

**COLECCIÓN DE REFERENCIA DE FITOLITOS DE LA FAMILIA
ANNONACEAE PARA USO ARQUEOLÓGICO**

Por:

DANIELA RAMÍREZ GARCÍA

Trabajo de grado para optar al título de Antropóloga

Asesor:

NICOLÁS LOAIZA DÍAZ

**Universidad de Antioquia
Facultad de Ciencias Sociales y Humanas
Departamento de Antropología**

Medellín

2018

Agradezco:
a mis padres por lo imaginable y lo inimaginable,
a Nicolás por nunca haber “medido” cuanto me enseñaba,
a Carolina por, sin querer, haberme enseñado por qué no desistir
y a Sebastián por siempre estar ahí para mí, sin importar qué pasará;
a todos ellos, por la paciencia y la confianza.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS

LISTA DE IMÁGENES

LISTA DE FOTOS

LISTA DE GRÁFICOS

RESÚMEN

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
3. OBJETIVOS.....	5
4. ANÁLISIS DE FITOLITOS.....	6
4.1. ¿Qué son los fitolitos?.....	7
4.2. Alcances.....	7
4.3. Colecciones de referencia.....	9
4.4. Procedimientos prácticos: recolección, laboratorio y microscopio.....	10
4.4.1. Recolección de muestras.....	10
4.4.2. Laboratorio.....	10
4.4.3. Microscopia.....	15
4.4.4. Conteo y sistematización.....	18
5. FAMILIA ANNONACEAE.....	19
5.1. Género Anaxagorea.....	20
5.2.1. Anaxagorea acuminata.....	21
5.2.2. Anaxagorea allenii.....	29
5.2.3. Anaxagorea brevipes.....	35
5.2.4. Anaxagorea crassipetala.....	40
5.2. Género Annona.....	43
5.3.1. Annona acuminata.....	44
5.3.2. Annona cherimolioides.....	49
5.3.3. Annona exsucca.....	55
5.3.4. Annona hayesii.....	58
5.3.5. Annona mucosa.....	61
5.3.6. Annona quinduensis.....	64

5.3. Género <i>Duguetia</i>	67
5.3.1. <i>Duguetia antioquensis</i>	68
5.3.2. <i>Duguetia colombiana</i>	72
5.3.3. <i>Duguetia flaguellaris</i>	76
5.3.4. <i>Duguetia gentryi</i>	81
5.3.5. <i>Duguetia vallicola</i>	85
6. RESULTADOS OBTENIDOS: ANÁLISIS DE MORFOTIPOS.....	89
6.1. Género <i>Anaxagorea</i>	90
6.2. Género <i>Annona</i>	91
6.3. Género <i>Duguetia</i>	92
6.4. Morfotipos.....	92
7. CONSIDERACIONES FINALES.....	95

BIBLIOGRAFÍA

CIBERGRAFÍA

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Pesos de cada muestra antes y después de ser quemadas	13
Tabla 2. Morfotipos válidos para <i>Anaxagorea acuminata</i>	23
Tabla 3. Morfotipo amorfo verrugoso, <i>Anaxagorea acuminata</i>	24
Tabla 4. Morfotipo elongado psilado muescado, <i>Anaxagorea acuminata</i>	24
Tabla 5. Elongado sulcado, <i>Anaxagorea acuminata</i>	25
Tabla 6. Morfotipo amorfo facetado poliedral, <i>Anaxagorea acuminata</i>	26
Tabla 7. Polígono irregular rugulado, <i>Anaxagorea acuminata</i>	27
Tabla 8. Morfotipos válidos para <i>Anaxagorea alleii</i>	30
Tabla 9. Amorfo verrugoso, <i>Anaxagorea allenii</i>	31
Tabla 10. Elongado psilado muescado, <i>Anaxagorea allenii</i>	32
Tabla 11. Elongado sulcado, <i>Anaxagorea allenii</i>	33
Tabla 12. Polígono irregular rugulado, <i>Anaxagorea allenii</i>	33
Tabla 13. Morfotipos válidos para <i>Anaxagorea brevipes</i>	36
Tabla 14. Amorfo verrugoso, <i>Anaxagorea brevipes</i>	37
Tabla 15. Elongado psilado muescado, <i>Anaxagorea brevipes</i>	38
Tabla 16. Elongado sulcado, <i>Anaxagorea brevipes</i>	38
Tabla 17. Morfotipo válido para <i>Anaxagorea crassipetala</i>	41
Tabla 18. Polígono irregular rugulado. <i>Anaxagorea crassipetala</i>	42
Tabla 19. Morfotipos válidos para <i>Annona acuminata</i>	45
Tabla 20. Amorfo verrugoso, <i>Annona acuminata</i>	46
Tabla 21. Amorfo favoso, <i>Annona acuminata</i>	47
Tabla 22. Polígono irregular rugulado. <i>Annona acuminata</i>	47
Tabla 23. Morfotipos válidos para <i>Annona cherimolioides</i>	50
Tabla 24. Amorfo favoso, <i>Annona cherimolioides</i>	51
Tabla 25. Polígono irregular rugulado, <i>Annona cherimolioides</i>	52
Tabla 26. Amorfo favoso aserrado, <i>Annona cherimolioides</i>	53
Tabla 27. Elongado, reticular favoso, <i>Annona cherimolioides</i>	54
Tabla 28. Morfotipo válido para <i>Annona exsucca</i>	56
Tabla 29. Amorfo favoso, <i>Annona exsucca</i>	57
Tabla 30. Morfotipo válido para <i>Annona hayesii</i>	59
Tabla 31. Amorfo favoso, <i>Annona hayesii</i>	59

<i>Tabla 32. Morfotipo válido para Annona mucosa.</i>	62
<i>Tabla 33. Amorfo favoso, Annona mucosa.</i>	63
<i>Tabla 34. Morfotipo válido para Annona quinduensis.</i>	65
<i>Tabla 35. Amorfo favoso, Annona quinduensis.</i>	65
<i>Tabla 36. Morfotipos válidos para Duguetia antioquensis.</i>	69
<i>Tabla 37. Amorfo favoso aserrado Duguetia antioquensis.</i>	70
<i>Tabla 38. Amorfo elongado facetado poliedral, Duguetia antioquensis.</i>	71
<i>Tabla 39. Morfotipos válidos para Duguetia colombiana.</i>	73
<i>Tabla 40. Amorfo verrugoso, Duguetia colombiana.</i>	74
<i>Tabla 41. Polígono irregular psilado, Duguetia colombiana.</i>	74
<i>Tabla 42. Morfotipos válidos de Duguetia flaguellaris.</i>	77
<i>Tabla 43. Amorfo favoso aserrado. Duguetia flaguellaris.</i>	78
<i>Tabla 44. Amorfo verrugoso, Duguetia flaguellaris.</i>	79
<i>Tabla 45. Elongado psilado, Duguetia flaguellaris.</i>	79
<i>Tabla 46. Morfotipos válidos para Duguetia gentryi.</i>	82
<i>Tabla 47. Amorfo favoso aserrado, Duguetia gentryi.</i>	82
<i>Tabla 48. Elongado psilado, Duguetia gentryi.</i>	83
<i>Tabla 49. Amorfo verrugoso, Duguetia gentryi.</i>	84
<i>Tabla 50. Morfotipos válidos para Duguetia vallicola.</i>	86
<i>Tabla 51. Amorfo verrugoso, Duguetia vallicola.</i>	87
<i>Tabla 52. Amorfo favoso redondeado, Duguetia vallicola.</i>	88

LISTA DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Vista general en el microscopio (ilustración de la autora).</i>	16
<i>Ilustración 2. Vista general en el microscopio (ilustración de la autora).</i>	16
<i>Ilustración 3. Fitolito general y detalle (ilustración de la autora).</i>	16
<i>Ilustración 4. Elongado psilado muescado, Anaxagorea acuminata (ilustración de la autora).</i>	25
<i>Ilustración 5. Elongado sulcado, Anaxagorea acuminata (ilustración de la autora).</i>	26
<i>Ilustración 6. Amorfo facetado poliedral, Anaxagorea acuminata (ilustración de la autora).</i>	27
<i>Ilustración 7. Polígono irregular rugulado, Anaxagorea acuminata (ilustración de la autora).</i>	28
<i>Ilustración 8. Amorfo verrugoso, Anaxagorea allenii (ilustración de la autora).</i>	31
<i>Ilustración 9. Elongado psilado muescado, Anaxagorea allenii (ilustración de la autora).</i>	32
<i>Ilustración 10. Elongado sulcado, Anaxagorea allenii (ilustración de la autora).</i>	33
<i>Ilustración 11. Polígono irregular rugulado, Anaxagorea allenii (ilustración de la autora).</i>	34
<i>Ilustración 12. Amorfo verrugoso, Anaxagorea brevipes (ilustración de la autora).</i>	37
<i>Ilustración 13. Elongado psilado muescado, Anaxagorea brevipes (ilustración de la autora).</i>	38
<i>Ilustración 14. Elongado sulcado, Anaxagorea brevipes (ilustración de la autora).</i>	39
<i>Ilustración 15. Polígono irregular. Anaxagorea crassipetala (ilustración de la autora).</i>	42
<i>Ilustración 16. Amorfo verrugoso, Annona acuminata (ilustración de la autora).</i>	46
<i>Ilustración 17. Amorfo favoso, Annona acuminata (ilustración de la autora).</i>	47
<i>Ilustración 18. Polígono irregular rugulado. Annona acuminata (ilustración de la autora).</i>	48
<i>Ilustración 19. Annona cherimolioides (ilustración de la autora).</i>	51
<i>Ilustración 20. Polígono irregular rugulado, Annona cherimolioides (ilustración de la autora).</i>	52

<i>Ilustración 21. Amorfo favoso aserrado, Annona cherimolioides (ilustración de la autora).</i>	53
<i>Ilustración 22. Elongado reticular favoso, Annona cherimolioides (ilustración de la autora).</i>	54
<i>Ilustración 23. Amorfo favoso, Annona exsucca (ilustración de la autora).</i>	57
<i>Ilustración 24. Amorfo favoso, Annona hayesii (ilustración de la autora).</i>	60
<i>Ilustración 25. Amorfo favoso, Annona hayesii (ilustración de la autora).</i>	60
<i>Ilustración 26. Amorfo favoso, Annona mucosa (ilustración de la autora).</i>	63
<i>Ilustración 27. Amorfo favoso, Annona mucosa (ilustración de la autora).</i>	63
<i>Ilustración 28. Amorfo favoso, Annona quinduensis (ilustración de la autora).</i>	66
<i>Ilustración 29. Amorfo favoso aserrado, Duguetia antioquensis (ilustración de la autora).</i>	70
<i>Ilustración 30. Amorfo elongado facetado poliedral. Duguetia antioquensis (ilustración de la autora).</i>	71
<i>Ilustración 31. Amorfo verrugoso, Duguetia colombiana (ilustración de la autora).</i>	74
<i>Ilustración 32. Polígono irregular psilado, Duguetia colombiana (ilustración de la autora).</i>	75
<i>Ilustración 33. Amorfo favoso aserrado, Duguetia flaguellaris (ilustración de la autora).</i>	78
<i>Ilustración 34. Amorfo verrugoso, Duguetia flaguellaris (ilustración de la autora).</i>	79
<i>Ilustración 35. Elongado psilado, Duguetia flaguellaris (ilustración de la autora).</i>	80
<i>Ilustración 36. Amorfo favoso aserrado, Duguetia gentryi (ilustración de la autora).</i>	83
<i>Ilustración 37. Elongado psilado, Duguetia gentryi (ilustración de la autora).</i>	83
<i>Ilustración 38. Amorfo verrugoso, Duguetia gentryi (ilustración de la autora).</i>	84
<i>Ilustración 39. Amorfo verrugoso, Duguetia vallicola (ilustración de la autora).</i>	87
<i>Ilustración 40. Amorfo favoso redondeado, Duguetia vallicola (ilustración de la autora).</i>	88

LISTA DE FOTOS

<i>Foto 1. Anaxagorea acuminata. Muestra de JAUM (foto de la autora).</i>	21
<i>Foto 2. Anaxagorea allenii. Muestra JAUM (foto de la autora).</i>	29
<i>Foto 3. Anaxagorea brevipes. Muestra de JAUM (foto de la autora).</i>	35
<i>Foto 4. Anaxagorea crassipetala. Muestra JAUM (foto de la autora).</i>	40
<i>Foto 5. Annona acuminata. Muestra JAUM (foto de la autora).</i>	44
<i>Foto 6. Annona cherimolioides. Muestra JAUM (foto de la autora).</i>	49
<i>Foto 7. Annona exsucca. Muestra JAUM (foto de la autora).</i>	55
<i>Foto 8. Annona hayesii. Muestra JAUM (foto de la autora).</i>	58
<i>Foto 9. Annona mucosa. Muestra JAUM (foto de la autora).</i>	61
<i>Foto 10. Annona quinduensis. Muestra JAUM (foto de la autora).</i>	64
<i>Foto 11. Duguetia antioquiensis. Muestra JAUM (foto de la autora).</i>	68
<i>Foto 12. Duguetia colombiana. Muestra JAUM (foto de la autora).</i>	72
<i>Foto 13. Duguetia flaguellaris. Muestra JAUM (foto de la autora).</i>	76
<i>Foto 14. Duguetia gentryi. Muestra de JUAM (foto de la autora).</i>	81
<i>Foto 15. Duguetia vallicola. Muestra JAUM (foto de la autora).</i>	85

LISTA DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1. Morfotipos familia Annonaceae (gráfico de la autora)</i>	89
<i>Gráfico 2. Morfotipos familia Annonaceae (gráfico de la autora)</i>	90
<i>Gráfico 3. Morfotipos género Anaxagorea (gráfico de la autora)</i>	91
<i>Gráfico 4. Morfotipos género Annona (gráfico de la autora)</i>	91
<i>Gráfico 5. Morfotipos género Duguetia (gráfico de la autora)</i>	92

RESUMEN

Los fitolitos como microrestos botánicos ofrecen para la arqueología, una herramienta para acercarse a la relación entre los seres humanos y el medio ambiente, prácticas de subsistencia, evidencia de plantas útiles y pueden ser también indicadores paleoambientales, entre otros. Además tienen un gran espectro de sitios de recuperación, que van desde contextos arqueológicos y artefactos, hasta cálculo dental y contenido visceral; pudiendo incluso, ser utilizados para dataciones. Pero son necesarias primero las colecciones de referencia, las cuales apuntan a crear una base comparativa que permita realizar identificaciones confiables, desde plantas nativas del país, posibilitando reducir la incertidumbre a la hora de identificar algunos taxones. Por lo tanto a continuación se presenta la descripción de fitolitos de la familia Annonaceae, una familia con plantas útiles para los seres humanos, especies endémicas en Colombia y ampliamente distribuida por los trópicos del mundo; esta pasará a formar parte de la Colección de Referencia de Fitolitos del Laboratorio de Arqueología de la Universidad de Antioquia.

Palabras claves: fitolitos, arqueología, colección de referencia, Annonaceae.

ABSTRACT

Phytoliths as microbotanical evidence, offer to archaeology, a tool for approaching to the relationship between humans and environment, subsistence practices, evidence of useful plants and could also be paleoenvironmental indicator, among others. They also have a wide spectrum in matter of recovery sites, ranging from archaeological contexts and artifacts, to dental calculus and visceral content; they could be even use for dating. But, reference collections are needed first, those point to create a comparative base that allow to make reliable identifications, from native plants of the country, reducing the uncertainty when identifying some taxa. Therefore follows in this work, the description of phytoliths of Annonaceae family, which is a family with useful plants por humans, endemic species in Colombia and it's widely distributed in the world tropics; this will became part of the Phytolith Reference Collection of Archaeology Laboratory of Universidad de Antioquia.

Keywords: phytoliths, archeology, reference collection, Annonaceae

1. INTRODUCCIÓN

Desde que Charles Darwin recogió las primeras muestras de fitolitos durante su viaje alrededor del mundo (Albert y Madella, 2009) hasta la actualidad, se han convertido en más que fósiles terrestres, en formas de acercarnos a las personas del pasado, a su comportamiento, no sólo desde las plantas que pudieron utilizar y transformar (Piperno, 2015), sino hasta los cambios ambientales que la presencia humana pueda generar. Para llegar del fitolito como registro fósil hasta las interpretaciones que se puedan realizar desde la paleoetnobotánica, se debe recorrer primero una serie de procesos: recuperación, procesamiento, identificación, interpretación; y es en esa cadena de operaciones, que la creación de bases de datos regionales de fitolitos, se vuelve directamente relevante para la investigación arqueológica, ya que “la calidad de los análisis de [estos] está directamente relacionada con el estado del conocimiento de la producción de fitolitos de la flora regional” (Pearsall, 1993:122).

Estos análisis, se adscriben a la subdisciplinas de la arqueobotánica y la paleoetnobotánica, las cuales recurren al uso micro y macro restos botánicos para la identificación de plantas, pero si bien la primera está más interesada en la antigüedad de los restos botánicos, la procedencia, la captación de recursos y la ecología, la segunda se enfoca más en lo social: en cómo pudieron ser utilizadas (Rodríguez, 2008:56). Ambas subdisciplinas son complementarias.

Los fitolitos han sido ampliamente utilizados en los trópicos y han contribuido para demostrar “la importancia de los recursos vegetales entre los cazadores recolectores de las selvas lluviosas tropicales tempranas” (Aceituno, et.al., 2012:5), para esclarecer la antigüedad de cultivos de maíz de gran importancia para las economías prehispánicas (Pearsall, 1993; Aceituno y Loaiza, 2013) y para la identificación de otras plantas productivas, así como sus centros de domesticación.

Este trabajo de grado presenta entonces un recorrido paralelo a la serie de procesos que la paleoetnobotánica requiere: la creación y expansión de colecciones de referencia de fitolitos, partiendo de la importancia y necesidad que se tienen de éstas en un país con la diversidad biológica que tiene Colombia. Debido a que es una colección de

referencia dirigida a arqueólogos, las especies de plantas analizadas están acompañadas de información útil sobre su contexto y posibles usos

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los retos más grandes para la arqueología es y ha sido la forma de aproximarse a las realidades que vivieron los grupos humanos del pasado, toda la información a la que se puede acceder se encuentra fragmentada en diferentes variables que competen a distintas disciplinas, a las cuales la arqueología llega tomando metodologías de otras ramas del conocimiento y apropiándose de ellas con el fin de responder a sus propias preguntas.

Una de las grandes preguntas de la arqueología ha sido la relación de los seres humanos con su medio ambiente, ya que de este, sale todo cuanto significa subsistencia. La paleoetnobotánica es en esa medida, aquella que responde por la relación de las personas con las plantas; pero no siempre las relaciones entre el reino vegetal y el género *Homo* son en término de consumo y uso, algunas respuestas que podemos encontrar, nos refieren a cómo los ecosistemas de alguna forma también narran la historia de la presencia o acción de los seres humanos en un sitio determinado. Por ejemplo, de micro y macro restos botánicos se pueden conocer plantas introducidas a un lugar, si hay un cambio brusco en el tipo de bosque y los recursos disponibles (Bueno, et.al. 2017), incendios o si en corto tiempo pasa una selva de ser madura a presentar grandes claros de bosque (Cardona y Monsalve, 2009; Archilla, 2008).

Los fitolitos como herramienta, presentan ciertas ventajas debido a que pueden ser extraídos de contextos arqueológicos, cuencas, estratos geológicos, placa dental y artefactos, además son útiles para estudios y reconstrucciones paleoecológicos, de subsistencia e incluso dataciones. También convenientes en suelos muy ácidos y en los trópicos (Pearsall, 1995; Albert y Portillo, 2014).

Para lograr el uso extensivo y exitoso de indicadores como los fitolitos en la arqueología, es necesario la creación de colecciones de referencia con plantas nativas y endémicas del país, en donde sean comparados diferentes taxones como familia, género y especie (Posada, 2014). Debido a que muchas plantas que no son de importancia económica evidente para los seres humanos del presente, pueden ser encontradas en los diferentes tipos de registro de interés para la arqueología, es importante acompañar las colecciones de referencia con información básica de las especies, ya que el conocimiento de características morfológicas (hojas, semillas, tallos y frutos), de hábito

(si son especies de dosel o sotobosque), dispersión, hábitat y usos actuales (Pearsall, 1989; Piperno, 2006); resulta útil debido a la multiplicidad de niveles que puede tener la paleobotánica y la arqueobotánica, ya que los fitolitos no solo hablan de la relación entre los grupos humanos del pasado con su medio ambiente sino que también pueden referirse a procesos postdeposicionales (Albert y Portillo, 2014; Stoops, 2015) y cambios medioambientales o climáticos que también pueden tener repercusiones en las dietas de los seres vivos.

Por supuesto la creación de colecciones de referencia ayudan también a disminuir las dificultades que los fitolitos pueden acarrear mediante las descripciones y el conocimiento de diferentes especies en relación a sus taxones más generales como género, familia u orden. Algunos de estos problemas pueden ser la multiplicidad y la redundancia (Zucol y Brea, 2005), en donde la primera se refiere a diferentes tipos morfológicos en un mismo taxón, mientras que la segunda es que un mismo tipo morfológico se encuentre en varios taxones. Otra problemática es según, Pearsall (1989: 245, 348) la sobrerrepresentación y la subrepresentación, así como el impacto que el ambiente puede tener en la formación de fitolitos de una planta y en el tamaño de estos.

Las colecciones de referencia son entonces una forma de solucionar los problemas anteriores mediante las descripciones de las especies y los morfotipos (Morcote, et.al, 2016; Morcote, et..al., 2015). Además para el caso de esta colección de referencia, también se espera que sirva para los investigadores del país, en donde encuentren especies nativas y endógenas de diferentes ecosistemas, que es posible se encuentren tanto en yacimientos como en material arqueológico.

3. OBJETIVO GENERAL

Crear una colección de referencia de fitolitos de la familia Annonaceae, para uso en la identificación de plantas en contextos o artefactos arqueológicos.

Objetivos específicos

- Describir morfológicamente por criterios tanto cualitativos como cuantitativos, las formas presentes en cada especie analizada.
- Realizar una identificación de formas diagnóstico para los géneros Anaxagora, Annona y Duguetia.
- Aportar al crecimiento de la Colección de Referencia de Fitólitos del Laboratorio de Arqueología de la Universidad de Antioquia, dejando además las placas de las especies analizadas.
- Crear un marco de referencia ecológico y de ser utilizadas, etnobotánico, para la muestra seleccionada.

4. ANÁLISIS DE FITOLITOS

Si bien tanto el polen como los fitolitos fueron micro restos descubiertos a la par durante la década de 1830 por Carl Ehrenberg (Vaughn, 1993), no fue sino 150 años después, que el uso de los fitolitos en la arqueología comenzó a extenderse y ser más reconocido, no sólo por la capacidad a la hora de identificar plantas, sino también por la posibilidad de datar ya sea por termoluminiscencia o, en caso de que el fitolito encapsule en su interior carbono, mediante radiocarbono (Pearsall, 1989; Mulholland y Prior, 1993; Rowlett y Pearsall, 1993) Además cobró tal relevancia, debido a la cantidad de potenciales lugares donde pueden encontrarse ya sea *in situ* en un yacimiento o en hallazgos como artefactos o en el cálculo dental (Pearsall, 2000; Middleton y Rovner, 1994)

4.1. ¿Qué son los fitolitos?

Fitolito es un término que proviene de la conjunción de las palabras griegas fito (φυτόν): planta y lito (λίθος): piedra, o sea piedras de las plantas o también denominados, cristales de las plantas (Piperno, 2006). Son los cuerpos tridimensionales conformados por elementos silíceos, carbonato u oxalato de calcio (Morcote, et.al., 2015; Pearsall, 1989; Monsalve, 2000), aunque también pueden contener pequeñas cantidades de aluminio, hierro, potasio, cobre, manganeso, nitrógeno, magnesio y oxígeno (Piperno, 2006).

Se forman entre los tejidos celulares e intracelulares de las plantas al absorber agua y nutrientes del suelo (Brobrov, et.al, 2001; Piperno, 2006). La aparición de los fitolitos se debe a características genéticas y mecanismos fisiológicos de las plantas, pero también pueden producirse debido a las condiciones de crecimiento y los regímenes climáticos a los cuales se pueda ver expuesta, por lo tanto pueden resultar fitolitos en especies que no los producen generalmente, también puede pasar que en otras que sí tienden a formarlos, se aumente el número de diferentes tipos de morfotipos en una sola especie; o bien es posible igualmente que ambos mecanismos sucedan en diferentes partes del cuerpo de una misma planta (Piperno, 2006: 12).

Según donde se formen los fitolitos al interior de una planta, pueden tener una forma determinada, por lo mismo cuando se estudian los morfotipos, de tener claridad el sitio de procedencia de la forma, se añade tal origen anatómico al nombre del morfotipo (Madella, et.al., 2005). El tamaño puede estar relacionado tanto con lo genético como con lo ambiental (Brobroy, et.al, 2001).

Al ser cuerpos minerales no perecen al morir la planta y difícilmente se ven afectados por las condiciones del suelo y/o clima que sí dañan otros restos microbotánicos como el polen y los almidones, aunque sí logran ser estropeados por procesos de erosión (Browdery, et.al., 2001). Pueden durar millones de años una vez depositados en el suelo, siempre y cuando, este no tenga un pH muy básico (Hart, 2011), y si bien generalmente se considera que se encuentran *in situ* se pueden encontrar trasladados en suelos como los vertisoles (Stoops, 2015:100).

Tales características los han hecho especialmente relevantes para las investigaciones arqueológicas en los trópicos, sobre todo cuando terminan siendo la única fuente de información de subsistencia o vegetación, debido a la baja preservación del polen, los macrorestos y cuando la destrucción postdeposicional es alta (Pearsall, 1989, 1995, 1994).

4.2. Alcances

Los análisis de fitolitos tienen ciertas características que determinan su aplicabilidad para un problema específico, conocer estos alcances nos permite saber qué respuestas podemos obtener. Para Pearsall (1995), estos análisis “revelan no sólo qué plantas crecieron en [un] sitio sino que documentan la historia de su construcción, uso y abandono” (126).

Para comenzar pueden reconocer alteraciones en los ecosistemas tanto de plantas introducidas, como aquellos cambios producidos por transformaciones en el medio debido a la presencia humana, como pueden ser quemas o talas de bosque (Santos, et.al., 2015; Cardona, et.al, 2009; Aceituno y Loaiza, 2015), y también puede dar indicios de cambios paleoambientes (Barboni, et.al., 1999; Borba-Roschel, et.al., 2006). Para conocer cualquiera de estas variables, se comparan las proporciones de las taxas presentes, en diferentes períodos temporales. Como veremos más adelante, la

identificación de las taxas es de vital importancia para los análisis de fitolitos, los cuales además, no sólo pueden ser recuperados en suelos y sedimentos, sino que son útiles también para la identificación de plantas en ambientes lacustres (Aceituno y Loaiza, 2015; Novello, et.al., 2012), así como la diferenciación de ambientes acuáticos como aquellos que no lo son, esto último especialmente relevante para paleogeografía.

Además, se pueden extraer fitolitos de artefactos (Kealhofer, et.al., 1999; Castillo, et.al., 2000), de cálculo dental animal y humano (Middleton y Rovner, 1994; Lalueza, et.al., 1994) y de coprolitos (Horrocks, et.al., 2003). Para el caso de la extracción de fitolitos en artefactos o cálculo, se compara el resultado de los fitolitos encontrados, con aquellos que se puedan hallar en el contexto. Lo cual a su vez puede dar indicios de movilidad humana o introducción de especies.

Como se indicó anteriormente los fitolitos también pueden ser datados mediante radiocarbono si en su interior encapsulan carbono (Pearsall, 1989; Mulholland y Prior, 1993) o mediante termoluminiscencia, si estos son fitolitos silíceos, sin embargo en este último método como Rowlett y Pearsall (1993) demostraron, pueden haber algunas discrepancias entre la fecha de la datación y datos atmosféricos, mientras que resultó ser acertado con la afiliación cerámica del sitio donde fueron extraídos.

Especialmente para los trópicos, los fitolitos resultan como una alternativa viable y eficaz debido a su conservación, sin embargo no se debe dar por sentado su aparición en un sitio, pues algunas características de los suelos o sedimentos pueden ser problemáticas y deben considerarse, como que los fitolitos son solo estables en suelos con pH no mayores a 8,2 (Albert y Portillo, 2014), además si bien son resistentes a condiciones de humedad, una de sus características más importantes que es su textura superficial puede alterarse por erosión o bien, puede este fragmentarse, dificultando la identificación de su forma (Albert y Portillo, 2014).

La iluviación, o sea, la movilidad vertical en un perfil de suelo, es otro factor a tener en cuenta, debido a que si esto ocurre, aquello que se está identificando en relación a un estrato, sería cierto para aquel superior, aunque como lo plantea Zurro (2006:42), hay fuertes opositores de esta idea (como Piperno, Pearsall y Bobrova y Bobrov). Otra característica de pedogénesis a tener en cuenta es si existen vertisoles, debido a que las arcillas expansivas en estos mezclan el suelo (Stoops, 2015). Aunque

bien mediante láminas delgadas de suelo tomadas entre estratos, ambos movimientos de suelo pueden ser confirmados (Loaiza, et.al., 2015).

4.3. Colecciones de referencia

Las colecciones de microbotánica, deben funcionar no sólo como un referente para conocer un morfotipo de una especie o taxón determinado, sino que además deben poder complementar esa información con datos sobre la planta misma, desde ecosistemas o altitudes en las que puede vivir, hasta posibles usos (Pearsall, 1995). Si bien algunas de las especies que entran dentro de esta colección no tienen usos evidentes para las sociedades humanas del presente, no se debe descartar su uso por las sociedades del pasado, ni la potencialidad de una especie de ser indicador de otras cosas como tipos de bosque, la madurez de un bosques o cambios climáticos.

Para la realización de una colección de referencia Posada (2014), advierte sobre la importancia de que se realicen tomando taxones completos, debido a que de esta forma son posibles las comparaciones entre familia, haciendo más refinada la identificación de morfotipos.

Además, algunas particularidades de los fitolitos exigen la creación de colecciones de referencia, como son la variabilidad morfológica que pueden tener, además de la posibilidad de la redundancia, o sea, que un mismo morfotipo esté presente en varios taxones o, que varios morfotipos se hagan evidentes en un mismo taxón, lo que se denomina, multiplicidad (Zucol, 2005; Alexandre y Bremond, 2009). En cuanto al número de morfotipos por taxón, se debe tener en cuenta que tanto el clima como la productividad de fitolitos de una planta, afectará el número neto que se puedan encontrar por taxón, además como señala Strömberg (2009), resultados o cantidades ambiguas pueden corregirse si se tiene un alto grado de precisión estadística.

Debido a que una de las características para la descripción de los fitolitos es su superficie, u ornamentación, es necesario conocer cómo son los morfotipos en especies que no han tenido ningún tipo de estrés depositario, debido a que al compararlos con muestras extraídas de sitios o artefactos arqueológicos, la textura se puede ver alterada debido a los procesos que haya tenido el fitolito (Browdry, et.al., 2001).

4.4. Procedimientos prácticos: recolección, laboratorio y microscopio

4.4.1. Recolección de muestras

Las muestras de plantas que entran en este trabajo provienen del Herbario Joaquín Antonio Uribe (JAUM) de la ciudad de Medellín, cada una de ellas está referenciada según las personas que las recogieron, el sitio de procedencia y la clasificación taxonómica que corresponde a la planta, incluso para algunas especies se puede ver que han sido añadidas correcciones a la taxonomía prevista anteriormente.

En el Laboratorio de Arqueología de la Universidad de Antioquia se pueden encontrar aún muchas de las plantas ingresadas por Juan Miguel Kosztura (2015) y Jesika Restrepo (2017) que aún no han sido analizadas; por esto, partiendo de la importancia de comparar los resultados del análisis de fitolitos según los taxones familia y género, se escogieron las Annonaceas de los géneros: Anaxagorea, Annona y Duguetia, de los cuales había mayor cantidad de especies dentro del laboratorio. Sin embargo, aún en él, hay más especies de Annonaceas, Moraceas, Marantaceas, Poaceas y Cucurbitaceas, que faltan por ser analizadas y que pueden seguir ampliando La Colección de Referencia de Fitolitos del Laboratorio de Arqueología de la Universidad de Antioquia.

Sin embargo, no deja de ser importante anotar que cualquier planta manipulada desde la recolección de las muestras en el herbario, hasta el procesamiento de las mismas, debe ser realizada con guantes de nitrilo (Hart, 2011:2).

4.4.2. Laboratorio

Luego de la selección del taxón a utilizar, se escogió una muestra de 23 plantas, de las cuales sólo 15 resultaron positivas para proceder con el conteo, luego regresaremos a este punto.

Protocolo de seguridad y cuidado:

1. Utilizar siempre bata, guantes, tapabocas y gafas protectoras.

2. Todos los procedimientos donde se manipulen los diferentes reactivos químicos deben ser llevados a cabo al interior del extractor.
3. Los desechos que se generen durante el procedimiento deben ser desechados de forma separada y organizada, de forma tal que aquellos que son residuos químicos peligrosos, sean almacenados de forma segura tanto para quienes estén en el laboratorio como para quienes sean encargados de botarlos y manipularlos luego de su uso.

Se debe tener presente que algunos de los elementos químicos pueden ser especialmente peligrosos, por lo que nunca está de más la atención y el cuidado a la hora de emplearlos.

Además se deben tener en cuenta recomendaciones respecto al cuidado mismo del laboratorio y sus implementos como:

1. Es importante antes de comenzar a trabajar, hacer un reconocimiento de los lugares donde se encuentra todo aquello que podamos utilizar, incluyendo el botiquín de primeros auxilios.
2. Luego de utilizar los diferentes implementos que podamos necesitar como cajas de petri o vasos precipitados, deben ser lavados y guardados.
3. A la hora de utilizar la centrifugadora es importante meter todas las muestras de forma balanceada, para evitar su daño.
4. Luego de emplear cualquier equipo, es importante desconectarlo, igualmente si hay problemas con la luz.

Orden:

Para comenzar es importante recordar que se debe conservar el número asignado en el laboratorio a cada una de las muestras durante todos los procesos a realizar con ellas: quema, baño ácido, centrifugación y montaje en portaobjetos. Es útil comenzar creando una tabla en excel donde aparezcan las siguientes variables: género, especie, el código del laboratorio, la parte procesada, el peso inicial de la planta seca que fue extraída del herbario y el peso al ser quemada la muestra. Se debe recordar además, anotar todo lo que hagamos y suceda en el diario de campo del laboratorio.

No sólo se debe conservar el orden de identificación para las muestras sino también para los implementos que utilizamos con ellas, de esta forma es importante marcar correctamente los tubos de ensayo, tapas y los mezcladores.

Quema:

Es importante preparar las muestras de las plantas, tomando cada una de ellas y pesándola en la pesa electrónica, sin olvidar restar al peso absoluto el peso de la caja de petri vacía.

Es importante tener en cuenta el peso mínimo tomado de la planta seca, en donde es recomendable utilizar mínimo 0,1 gramo, sin embargo el resultado después de tanto la quema como el baño ácido, son los que determinarán si la muestra puede ser analizada o no en el microscopio, ya que en algunos casos como con *Duguetia vallicola* con un peso anterior a la quema de 0,2212g, su contenido final de fitolitos fue muy baja, mientras que, dentro del mismo género, *Duguetia flagellaris* cuyo peso anterior a la quema era de 0,051 g, cumplió con el número mínimo de fitolitos esperado.

Ahora bien después de pesar cada muestra se guarda en papel aluminio, dejando un pequeño agujero, en caso de que la planta aún tenga gran cantidad de agua y pueda llegar a saltar al interior de la mufla. Se ponen luego en una bandeja de forma organizada y se queman durante 3 horas a 500°C. Cuando las muestras ya se han enfriado, se pueden volver a pesar, para luego ser pasadas a los tubos de ensayo debidamente marcados.

Género	Especie	Cod. Lab.	Peso muestra seca (gr)	Peso muestra quemada (gr)
Anaxagorea	acuminata	LARQPHR029	0,0829	0,0009
	allenii	LARQPHR033	0,1656	0,0136
	brevipes	LARQPHR030	0,0244	0,0002
	crassipetala	LARQPHR031	0,0575	0,0019
	phaceocarpa	LARQPHR034	0,186	0,0064
Annona	acuminata	LARQPHR035	0,1425	0,0069

	cherimolioides	LARQPHR037	0,0851	0,0061
	cuspidata	LARQPHR038	0,0638	0,002
	dolichopetala	LARQPHR039	0,0109	0,0007
	exsucca	LARQPHR040	0,2128	0,0067
	glabra	LARQPHR041	0,0402	0,0015
	hayesii	LARQPHR043	0,1713	0,0078
	mucosa	LARQPHR045	0,1558	0,0089
	quinduencis	LARQPHR117	0,2247	0,0113
	spraguei	LARQPHR099	0,0945	0,011
	tenuiflora	LARQPHR119	0,0192	0,0013
Duguetia	antioquensis	LARQPHR125	0,7012	0,0169
	colombiana	LARQPHR126	0,2579	0,0036
	gentryi	LARQPHR128	0,201	0,0062
	flaguellaris	LARQPHR127	0,1377	0,0036
	vallicola	LARQPHR129	0,2212	0,0123

Tabla 1. Pesos de cada muestra antes y después de ser quemadas

Baño ácido y centrifugación

Todos los elementos químicos que utilizemos, serán manipulados en la campana extractora.

Primero se debe preparar el baño María, poniendo la estufa en el extractor y sobre esta el contenedor de agua que llenaremos hasta un 70 o 75% de su capacidad total, luego se debe preparar la gradilla que sostendrá y mantendrá organizados los tubos de ensayo, tapando con papel aluminio cualquier agujero extra que no utilizemos.

Para hacer más manejable el ácido nítrico (HNO_3) se vierte en un vaso de precipitado aproximadamente 40 o 50 ml, para luego llenar hasta los 3 ml cada tubo de ensayo y agitar con el mezclador correspondiente para la muestra, luego se vuelve a agregar ácido nítrico hasta llegar a los 7ml y se agita nuevamente. Si queda HNO_3 en el vaso de precipitado, se vuelve a envasar en el contenedor general del ácido y se guarda. Luego de cada tubo de ensayo tenga la correspondiente cantidad de ácido, se pone a fuego alto hasta que alcanza los 60°C , al llegar a esta temperatura se vuelven a revolver

las muestras y se baja a fuego bajo para que la temperatura del agua no suba de los 60°C.

Durante las siguientes 2 horas, regresaremos a mezclar cada 30 min las muestras. En cada intervalo podremos notar como el ácido nítrico va eliminando la materia orgánica que aún pueda quedar en cada muestra. Si bien no todas las muestras reaccionan de forma igual o a la misma velocidad, ya que depende la materia orgánica presente y del peso mismo de la muestra después de quemarlas, lo primero que notaremos es como el color cambia tornándose ligeramente amarillo.

Luego de las 2 horas se debe entonces comenzar a preparar el clorato de potasio (KClO_3), este debe ser puesto en una placa de petri y en el extractor intentar volver los granos de sal más gruesos a casi polvo, ayudándonos con una pequeña espátula metálica; es entonces cuando se puede agregar una pizca a cada tubo de ensayo y mezclar. En este momento se debe ser cuidadoso, ya que la sal en contacto con el ácido puede generar una reacción violenta. Las muestras se dejan 2 horas más, revolviendo cada 30 minutos. Luego de agregar la sal las muestras rápidamente tomaran un color entre amarillo y verde, mucho más intenso que el que pudimos ver en las 2 horas anteriores.

Traspasadas entonces las 4 horas, se sacan las muestras y se las ubica en otra gradilla, sin sacarlas de la campana extractora. Se procede entonces a prepararlas para centrifugar.

Se llena una piseta con agua y se dispone de un vaso de precipitado de 250 o 500 ml, que llevaremos junto a las muestras bajo el extractor. Después llenaremos cada tubo de ensayo de agua hasta llegar a los 13 ml, lo cerraremos con la correspondiente tapa y de forma organizada los pondremos en la centrifugadora, de forma tal que queden balanceados. Se centrifugan entonces durante 10 min a 2500 rpm.

Al terminar, llevaremos las muestras sin moverlas mucho, al extractor donde las abriremos y decantaremos con un movimiento ágil y rápido el contenido del tubo de ensayo en el vaso de precipitado o beaker. Se vuelven a centrifugar y decantar 2 veces más por 10 minutos y a las mismas 2500 rpm.

Luego de lavar las muestras tres veces, añadiremos en lugar de agua, acetona previamente dispuesta en un vaso de precipitado, a cada uno de los tubos de ensayo hasta los 3 ml y se regresan a la centrifugadora siguiendo las indicaciones anteriores.

Pasados los 10 minutos, el resultado se decanta en un beaker diferente y las muestras se dejan en el extractor al menos una noche hasta que la acetona se evapore.

El líquido resultado mezcla de agua con ácido nítrico y clorato de potasio, se guarda en un recipiente plástico debidamente marcado para que su manejo no sea peligroso a la hora de desecharlo. Ningún residuo puede ser arrojado por las tuberías de desagüe. Todos los implementos utilizados deben ser debidamente lavados con abundante agua y jabón, dispuestos a secar y organizados en el lugar correspondiente.

Montaje de la muestra

Primero se deben lavar con agua y jabón tanto el portaobjetos como el cubreobjetos, luego se deben secar, antes de marcar el portaobjetos con el código correspondiente de la muestra.

Después en un tubo eppendorf se debe agregar una pequeña cantidad de la muestra resultante, previamente triturada en caso de que se encuentre solidificada en grumos. Luego con una pipeta pasteur, se toman 0,5 ml de Entellan, que es una solución viscosa, incolora y que se va solidificando a medida que se seca. En el tubo eppendorf se mezcla entonces la muestra con el Entellan, intentando generar la menor cantidad de burbujas posible y se procede a ponerla con ayuda de la pipeta pasteur sobre el portaobjetos de la siguiente forma: se dibuja en rectángulo con la punta de la pipeta del tamaño del cubreobjetos y luego desde el interior se rellena el rectángulo con la mezcla a base de Entellan, se vacía todo el contenido tanto del tubo eppendorf como de la pipeta de pasteur, en caso de que se formen burbujas, intentar deshacerse de ellas, para luego cubrir el rectángulo con el cubreobjetos. La muestra ya montada, debe esperar al menos un día antes de poder ser observada en el microscopio.

Tanto la pipeta de pasteur como el tubo eppendorf son desechados después de cada uso.

4.4.3. Microscopia

Aunque aprender a manejar el microscopio es como todo lo descrito anteriormente, cuestión de práctica, la dificultad no radica en el manejo como tal del objeto, ya que fácilmente y con cierta rapidez se puede aprender a ajustar la luz de forma adecuada, enfocar correctamente y manejar con precisión los movimientos de la platina móvil. El primer reto es aprender a distinguir qué estamos viendo, y al principio

puede parecer algo confuso, ya que diferentes formas de distintos orígenes pueden aparecer ante nuestros ojos como en la siguiente imagen, donde vemos un fitolito al extremo derecho y una mineral hacia el centro, además de otras formas más pequeñas alrededor y de algunas manchas que tras jugar con el tornillo micrométrico puedan hacerse más evidentes.



Ilustración 1. Vista general en el microscopio.

Tras superado el reto de saber qué se está observando el siguiente es el lograr una descripción efectiva de lo que estamos viendo, manipulando la luz y la profundidad se podrán captar diferentes detalles, pero también gracias a la solución donde se encuentran los fitolitos, estos pueden ser rotados, descubriendo así diferentes caras del mismo.

En la ilustración 2 se ve el mismo fitolito de *Duguetia flaguellaris* la primera imagen a la izquierda se puede ver un fitolito en un plano general. A la derecha se puede ver en detalle una parte del mismo.

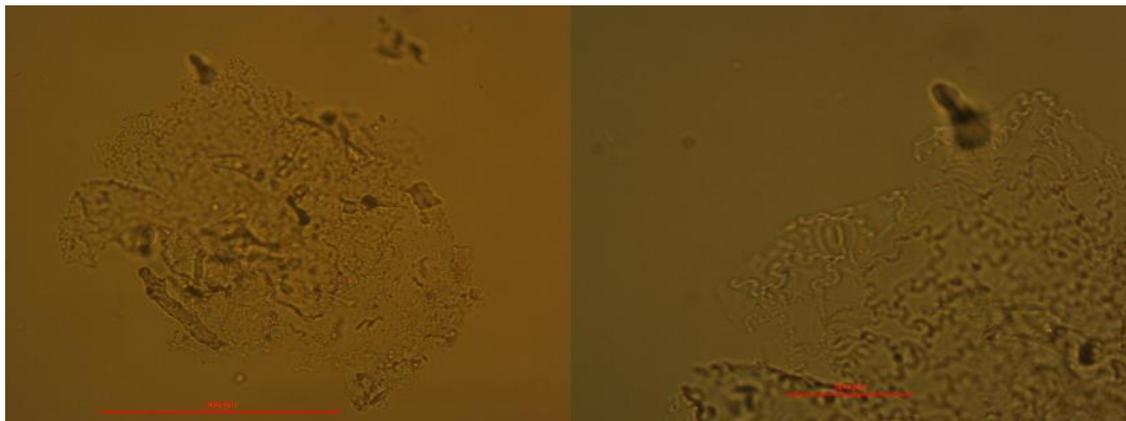


Ilustración 2. Fitolito general y detalle.

En la imagen se puede ver el mismo fitolito de *Anaxagorea allenii*, girado. La primera imagen a la izquierda corresponde a como fue visto el fitolito por primera vez, la segunda como al girarlo el fitolito se sigue moviendo solo en el entellan y la tercera es el fitolito, correctamente enfocado tras ser girado.



Ilustración 3. Fitolito girado.

Algo recurrente como lo explica Kremer (2012) es que lo que vemos está siempre enfocado parcialmente, debido a que, primero que los objetos dentro del espacio comprendido entre el portaobjetos y el cubreobjetos pueden estar distribuidos no paralela a ambos vidrios, también que existen graduaciones entre la nitidez en las diferentes dimensiones de la muestra, o sea, que quien observa, enfoca el microscopio a partes determinadas, por lo tanto “se tendr[ía] una imagen casi completa del objeto solo si enfoca constantemente cada una de sus partes, incluso las áreas que quedan fuera del campo de visión” (Kremer, 2012: 48).

Podemos entonces resumir que es importante no sólo acostumbrarnos a mirar a través del microscopio, sino que jugar con las proporciones, la luz (no siempre a mayor apertura del diafragma, mejor será la definición visible), la posibilidad de mover lo que vemos y de enfocar y desenfocar diferentes partes para tener una idea más clara de qué estamos viendo realmente, además como lo aconseja Kremer también, es útil dibujar ya que permite plasmar ciertos aspectos no tan evidentes para la cámara fotográfica.

El microscopio utilizado para este trabajo fue un Zeiss Axio Lab A1, las fotografías fueron realizadas con la cámara AxioCam ERc 5 y el software utilizado fue ZEN 2011. Antes de proceder a tomar cualquier imagen, se realizó la calibración del microscopio y el software, en donde gracias a unas imágenes anteriores tomadas por Kosztura (2015), se determinaron las distancias exactas para que a la hora de agregar la barra de escala tanto el software como el microscopio, reconocieran la misma proporción de medida y fuera posible medir distancias a los fitolitos y agregar escala a la cual están siendo visibles en micrómetros (μm)

2.5.3. Conteo y sistematización

Como lo expliqué anteriormente algunas de las muestras no quedaron con abundante cantidad de fitolitos, por lo tanto el número mínimo que se tomó como base del conteo fueron 100, a pesar de que Piperno (2006), considera que entre 200 y 300 puede ser un número adecuado.

Para la descripción se tomará como referente “El código internacional de nomenclatura de fitolitos 1.0” (Madella, et.al., 2005). Para utilizar este código se parte de la forma general del fitolito, ya sea en 3D o en 2D; en caso de que la forma no esté descrita en el código, se pueden describir mediante formas geométricas. Luego de tener la descripción de la forma, se describe la ornamentación o textura. El nombre del morfotipo es el resultado entonces de estas característica cualitativas y se debe escribir en el siguiente orden:

Forma - Ornamentación o textura - Origen anatómico.

Además se tendrán características cuantitativas como largo y ancho.

Un aspecto importante es cómo sistematizar la información a la hora de estar analizando las muestras, para lo cual es recomendable no sólo hacer una descripción verbal de las formas sino también por medio de dibujos y asociar las imágenes numeradas a los morfotipos encontrados, de esta forma, será más ágil encontrar los diferentes fitolitos que describen una forma.

5. FAMILIA ANNONACEAE

Esta familia de plantas está representada por arbustos y árboles de troncos delgados (Cabrera, et.al. 2005; Endress, et.al., 2011), que crecen principalmente en sotobosque, aunque algunas especies de *Duguetia* pueden formar parte del dosel.

Se caracteriza[n] porque la corteza externa se desprende en tiras y la corteza interna es reticulada; las hojas son simples, dísticas, enteras y generalmente aromáticas; las flores son solitarias o reunidas en cimas helicoides con todas las ramas en un mismo plano, llamadas ripidios; el perianto es trímero y generalmente con dos verticilos de pétalos. Los estambres son numerosos, los carpelos libres y los frutos generalmente apocárpicos. (Murillo, 2001:49)

Otras características de interés para la arqueología pueden ser:

- La polinización es zoogama, mediante especialmente escarabajos (*Chrysomelidae*), pero también gorgojos (*Curculionidae*) y moscas (*Drosophilidae*), y en una porción menor mediante mamíferos pequeños como monos, ardillas y otros roedores (Endress, et.al, 2011; Mass, et.al., 2003).
- Las primeras *Annonaceas* encontradas en América datan del Mioceno, ubicadas en la Formación Novo Remanso, en el Amazonas, en donde los estudios paleoambientales han demostrado que eran medios ambientes fluviales y lacustres (Amaral, et.al., 2017).
- Un gran número de *Annonaceas* son olorosas y se pueden extraer de ellas aceites esenciales (Vieira, 2016).
- Algunas especies tienen potencialidades farmacológicas para el tratamiento de enfermedades tropicales como leishmaniasis, mal de chagas y malaria. Además algunas comunidades las utilizan por ser anticancerígenas, antiparasitarias e insecticidas (Murillo, 2001; Ocampo, et.al., 2006).

Se encuentran distribuidas a lo largo de los trópicos del mundo y para el caso americano se han reportado 40 géneros diferentes entre Nicaragua y el norte de Paraguay y Bolivia, con mayor presencia en la Amazonía y en las Guyanas (Mass,

et.al., 2003; Amaral, et.al., 2017); en Colombia su distribución se concentra entre la región amazónica, pacífica y andina (Murillo, 2001).

Ha sido su gran diversidad de formas y estructuras lo que les ha permitido tal dispersión alrededor del mundo, pero taxonómicamente esto también ha significado un reto a la hora de su clasificación, por ejemplo *Anaxagorea crassipetala*¹ presenta características comunes con otras familias del orden Magnoliales (Endress, 2011) haciendo difícil su identificación, pero en el mundo de las Annonaceas esto no es extraño y otras de las plantas que se presentan a continuación, han sido re-clasificadas taxonómicamente en los últimos años, como es el caso de: *Annona exsucca* antes *Rollinia exsucca* o *Anaxagorea phaceocarpa* antes *Magnoliaceae taluma*. Es importante el conocimiento de estos nombres sinónimos² ya probablemente en algunos documentos anteriores a la corrección los encontremos así, y si bien la clasificación taxonómica puede actualizarse y cambiar, no necesariamente la forma en que los seres humanos se aproximen y utilicen algunas de estas plantas.

Las Anonáceas están bien representadas en floras tropicales. En términos generales, la ocurrencia de fitolitos de Anonáceas se puede considerar como indicador de bosque tropical. Sin embargo, algunas especies crecen también en bosques secundarios. Los fitolitos de Anonáceas son cuerpos de forma irregular con facetas pequeñas e irregulares presentes en cuatro de las muestras (Pearsall y Chandler-Ezell, 2017).

5.1. Género *Anaxagorea*

Es un género disperso entre el trópico asiático y el neotrópico, con un total de 30 especies, de los cuales solo 4 son de origen asiático: *A. borneensis*, *A. javanica*, *A. huzonensis* y *A. radiata*, ubicadas entre Sri Lanka hasta las Filipinas e Indonesia. En el neotrópico se encuentran entre Guatemala y Brasil, con algunas especies endémicas de centroamérica como *A. guatemalensis* y *A. panamensis* (Gottsberger, 2016).

¹ Antes denominada *Anaxagorea clavata*. Ampliar las colecciones de referencia además puede permitir ver si algunas características morfológicas de plantas de diferentes familias u órdenes, afectan la forma en que se produzcan los fitolitos, ya sea en similitudes morfotípicas o en las partes de las plantas en las que se pueden producir.

² Nombres de antiguas clasificaciones que puede tener un planta.

Es un género que según Gottsberger divergió temprano en la subfamilia *Anaxagoreoideae*, las cuales se caracterizan por tener tallos delgados, una distribución generalmente discontinua en los bosques debido, probablemente, a que las semillas sólo germinan en claros de bosque. Otra característica común al género son las esencias frutales que producen la mayoría de las flores y que cambian de intensidad con relación a la temperatura en el ambiente.

Según Maas y Westra (1984), el género *Anaxagorea* no tiene una importancia económica muy amplia, sin embargo mencionan algunos usos:

- La corteza puede ser utilizada para la elaboración de cuerdas, pero también con fines medicinales, como es el caso de *A. acuminata* o *A. pachypetala*.
- En algunas especies como *A. dolichocarpa*, las hojas son utilizadas para curar los dolores de cabeza.
- Algunas semillas se conocen también por ser venenosas como *A. pachypetala*.
- La madera es utilizada para la construcción.

A continuación se presentan las especies analizadas para el género *Anaxagorea*:

5.1.1. *Anaxagorea acuminata*



Foto 1. *Anaxagorea acuminata*. Muestra de JAUM.

Familia: Annonaceae.

Género: Anaxagorea.

Especie: acuminata (Dunal) A. D. C.

Nombre común: Chocolatillo (Bolivia), majagua (Venezuela), invireira (Brazil) (Grandtner y Chevrette, 2013).

Código de procesamiento: LARQPHR029.

Código de herbario: JAUM050667.

Parte procesada de la planta: Hoja.

Lugar de procedencia: Municipio de Zaragoza, Antioquia; Serranía de San Lucas. Río Arizá.

Colector:³ Téllez, G., 2006.

Descripción de la planta:

- Descripción taxonómica: árbol o arbusto que puede llegar medir hasta 20 metros de altura, de ramas frondosas, con inflorescencia axilar, de forma pedunculada a casi sésil, en donde varias flores pueden estar en el mismo lugar. Las flores son cogollos globulares de colores pardos a amarillos, con la parte interior de color beige y base de rosa a amarillo claro (Maas y Westra, 1984).
- Zona de vida: bosque lluvioso de tierras bajas .
- Región biogeográfica: en Colombia se encuentra en el Pacífico, entre Antioquia y Chocó (Murillo, 2001:52). Se puede encontrar además en Venezuela, las Guayanas, Perú, Brasil y Bolivia (Grandtner y Chevrette, 2013).
- Elevación: 25-600 m.s.n.m. (Murillo, 2001:51).

Usos: “En Venezuela, la corteza es utilizada como desodorante, al frotarse contra la axila, produciendo un olor de larga duración (Amazonas); también, la madera es utilizada para los trabajos de construcción. En la Guayana, se prepara una infusión de corteza y madera, o solamente corteza, que es hervida hasta convertirse en un almíbar, que es utilizado para la tos

(Mass y Westra, 1984:105). Según Grandtner y Chevrette (2013) la parte interna de la corteza es utilizada en la amazonia venezolana, para hacer una bebida que ayuda a concebir a las mujeres infértiles.

³ El o los colectores aparecen citados en la sistematización del Herbario del Jardín Botánico.

Análisis de Fitolitos:

Se encontraron cinco morfotipos diferentes, representados y descritos en las siguientes tablas. Las proporciones fueron:

MORFOTIPOS VÁLIDOS		
	Frecuencia	Porcentaje
Amorfo verrugoso	51	51%
Elongado psilado muescado	17	17%
Elongado sulcado	13	13%
Polígono irregular rugulado	13	13%
Amorfo facetado poliedral	6	6%
Total	100	100%

Tabla 2. Morfotipos válidos para *Anaxagorea acuminata*

Morfotipo					
AMORFO VERRUGOSO					
Descripción: no tiene una forma determinada o regular, y la superficie está cubierta por pequeños o medianos abultamientos sin un orden terminado.					
	N	Mínimo (μm)	Máximo (μm)	Media (μm)	Desviación estándar
Largo	10	104,516	336,989	185,9202	67,83247659
Ancho	10	92,378	405,247	195,5655	98,23982057

Tabla 3. Morfotipo amorfo verrugoso, *Anaxagorea acuminata*

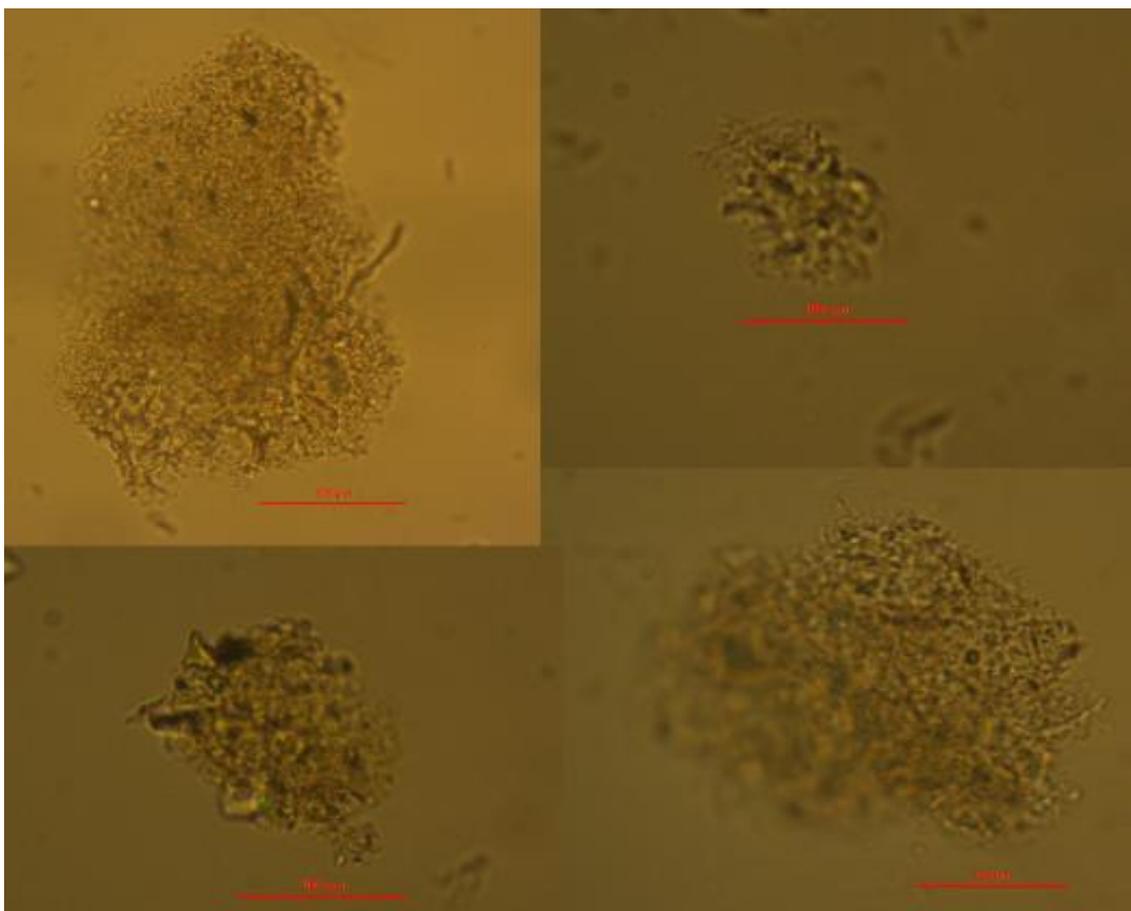


Ilustración 4. Amorfo verrugoso, *Anaxagorea acuminata*.

Morfotipo					
ELONGADO PSILADO MUESCADO					
Descripción: forma más larga que ancha, con textura psilada, es decir semi lisa Y en donde se pueden apreciar pocas y pequeñas muescas muy esparcidas que diferencian la textura de una tabular (superficie completamente plana).					
	N	Mínimo (µm)	Máximo (µm)	Media (µm)	Desviación estándar
Largo	10	122,192	352,947	266,7766	68,93828357
Ancho	10	45,251	97,021	67,8467	17,90749592

Tabla 4. Morfotipo elongado psilado muescado, *Anaxagorea acuminata*.

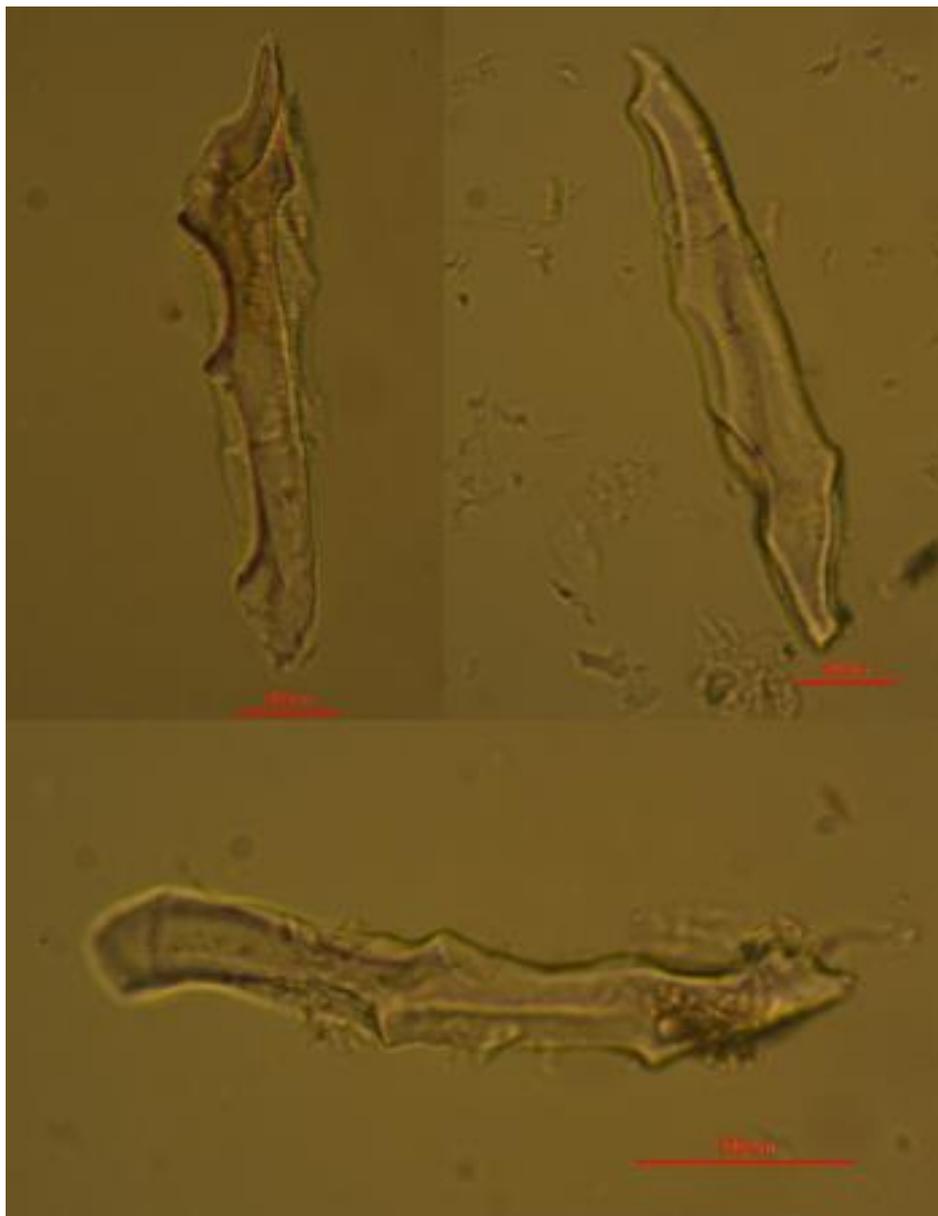


Ilustración 4. Elongado psilado muescado, *Anaxagorea acuminata*.

Morfotipo					
ELONGADO SULCADO					
Descripción: forma más alargada que ancha , la textura son surcos paralelos.					
	N	Mínimo (μm)	Máximo (μm)	Media (μm)	Desviación estandar
Largo	10	83,287	241,242	163,9014	46,80929169
Ancho	10	11,339	37,624	25,1401	9,480315999

Tabla 5. Elongado sulcado, *Anaxagorea acuminata*.



Ilustración 5. Elongado sulcado, *Anaxagorea acuminata*..

Morfotipo					
AMORFO FACETADO POLIEDRAL					
Descripción: No tiene una forma determinada, la superficie es facetada, o sea cubierto por pequeñas superficies planas, de formas geométricas sin una constancia en las mismas a diferencia de las superficies favosas cuyos polígonos tienden a ser simétricos,					
	N	Mínimo (μm)	Máximo (μm)	Media (μm)	Desviación estandar
Largo	6	54,69	189,651	109,762	70,82023496
Ancho	6	78,329	191,865	142,054	58,03279565

Tabla 6. Morfotipo amorfo facetado poliedral, *Anaxagorea acuminata*.

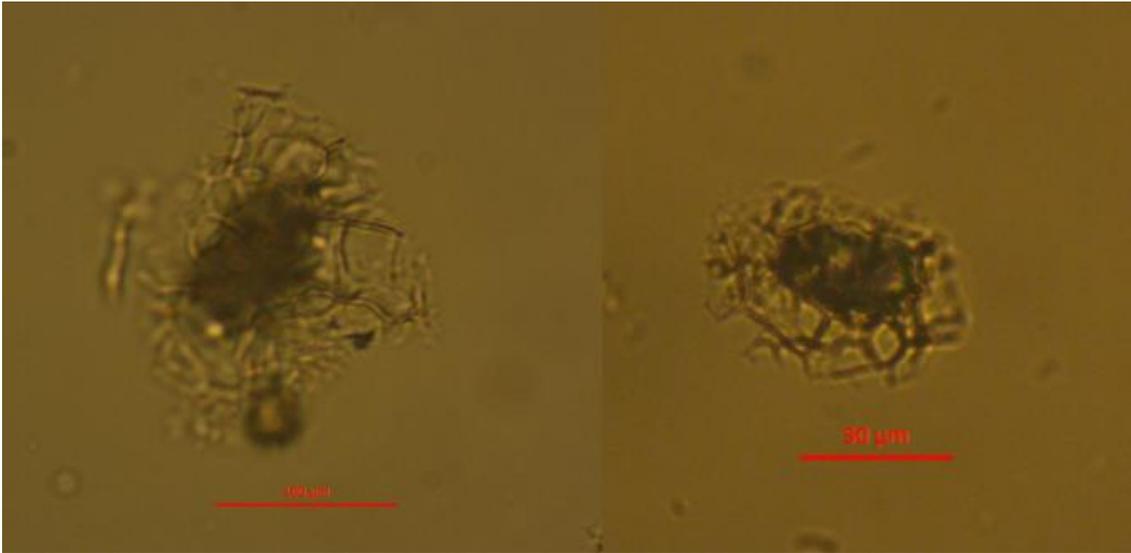


Ilustración 6. Amorfo facetado poliedral, *Anaxagorea acuminata*.

Morfotipo					
POLÍGONO IRREGULAR RUGULADO					
Descripción: la forma es un polígono irregular, cuya superficie se cubre de pequeños elementos alargados dispuestos de forma irregular.					
	N	Mínimo (μm)	Máximo (μm)	Media (μm)	Desviación estándar
Largo	10	80,818	114,388	89,2192	14,17468651
Ancho	10	67,866	124,07	88,1752	21,18734091

Tabla 7. Polígono irregular rugulado, *Anaxagorea acuminata*.

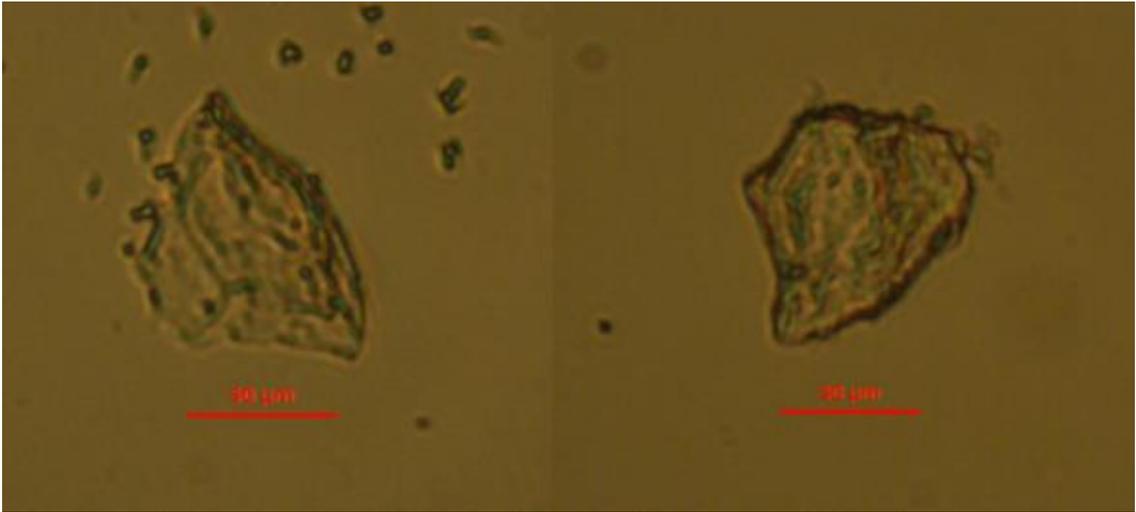


Ilustración 7. Polígono irregular rugulado, *Anaxagorea acuminata*.

5.1.2. *Anaxagorea allenii*



Foto 2. *Anaxagorea allenii*. Muestra JAUM.

Familia: Annonaceae.

Género: *Anaxagorea*.

Especie: *allenii* R. E. Fr.

Código de procesamiento: LARQPHR033.

Código de herbario: JAUM006168.

Parte procesada de la planta: Hoja.

Lugar de procedencia: Bajo Calima, Valle del Cauca.

Colectores: Juncosa, A. y Mazuera, H., 1983.

Descripción de la planta:

- Descripción taxonómica: Según Maas y Westra (1984) es un árbol que puede crecer hasta 10 metros, con flores de inflorescencia axial, tal como *A. acuminata*, pero con flores de cogollos cónicos de colores desde amarillos hasta colores crema o beige, que producen además un olor parecido al de los frutos maduros de *asimina* (conocida en norteamérica como *paw paw*). La descripción que hace de esta especie el Jardín Botánico de Missouri en 1955, dice que si bien sus hojas son parecidas a las de *Anaxagorea cressipetala*, se diferencian debido a que las de *A. allenii* son más largas y redondeadas en la base, con apéndices muy alargados.
- Zona de vida: aparece tanto en bosque húmedos tropicales como en selvas pluviales.
- Región biogeográfica: En Colombia se encuentra en el Pacífico, entre el Chocó y Valle de Cauca (Murillo, 2001:51). También se encuentra en Panamá (Grandtner y Chevrette, 2013).
- Elevación: 30-120 m.s.n.m. (Murillo, 2001:51).

Usos: no se ha reportado ninguno hasta el momento.

Análisis de Fitolitos:

Se encontraron cuatro morfotipos diferentes, representados y descritos en las siguientes tablas. Las proporciones fueron:

MORFOTIPOS VÁLIDOS		
	Frecuencia	Porcentaje
Amorfo verrugoso	23	35,38%
Elongado sulcado	18	27,69%
Elongado psilado muescado	13	20%
Polígono irregular rugulado	11	16,93%
Total	65 ⁴	100%

Tabla 8. Morfotipos válidos para *Anaxagorea allenii*.

⁴ Tras finalizar todo el procedimiento de baño ácido y decantación, la cantidad de la muestra total fue muy baja.

Morfotipo					
AMORFO VERRUGOSO					
Descripción: no tiene una forma determinada o regular, y la superficie está cubierta por pequeños o medianos abultamientos sin un orden terminado.					
	N	Mínimo (µm)	Máximo (µm)	Media (µm)	Desviación estándar
Largo	10	135,791	280,816	199,4628	57,25849527
Ancho	10	42,016	198,468	113,4802	57,65228913

Tabla 9. Amorfo verrugoso, *Anaxagorea allenii*.

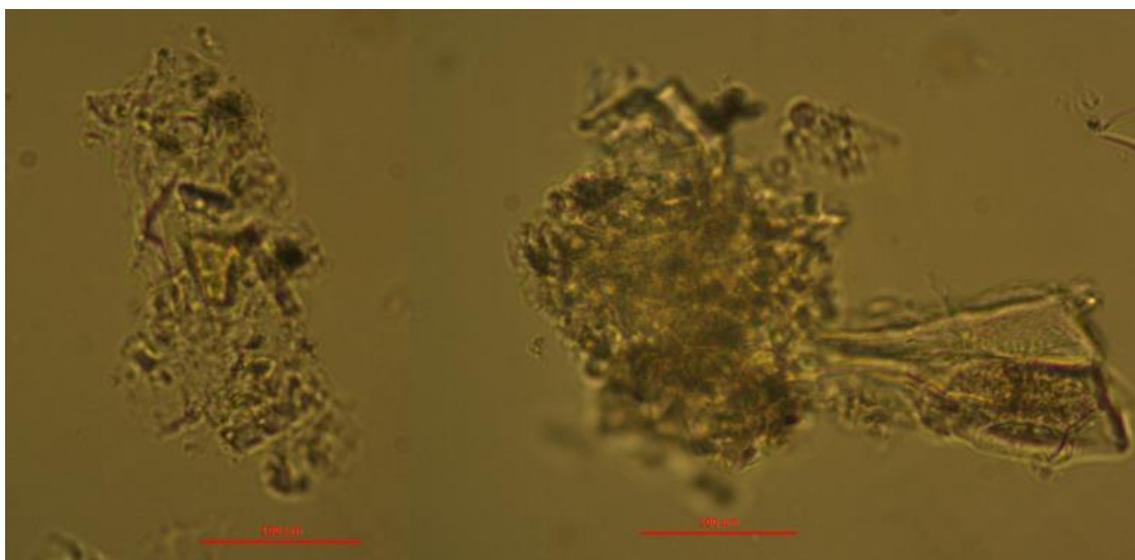


Ilustración 8. Amorfo verrugoso, *Anaxagorea allenii*.

Morfotipo					
ELONGADO PSILADO MUESCADO					
Descripción: forma más larga que ancha, con textura psilada, es decir semi lisa Y en donde se pueden apreciar pocas y pequeñas muescas muy esparcidas que diferencian la textura de una tabular (superficie completamente plana).					
	N	Mínimo (µm)	Máximo (µm)	Media (µm)	Desviación estándar

Largo	10	235,465	304,778	260,3407	38,5754727
Ancho	10	48,009	76,998	63,30067	14,56011519

Tabla 10. Elongado psilado muescado, *Anaxagorea allenii*.

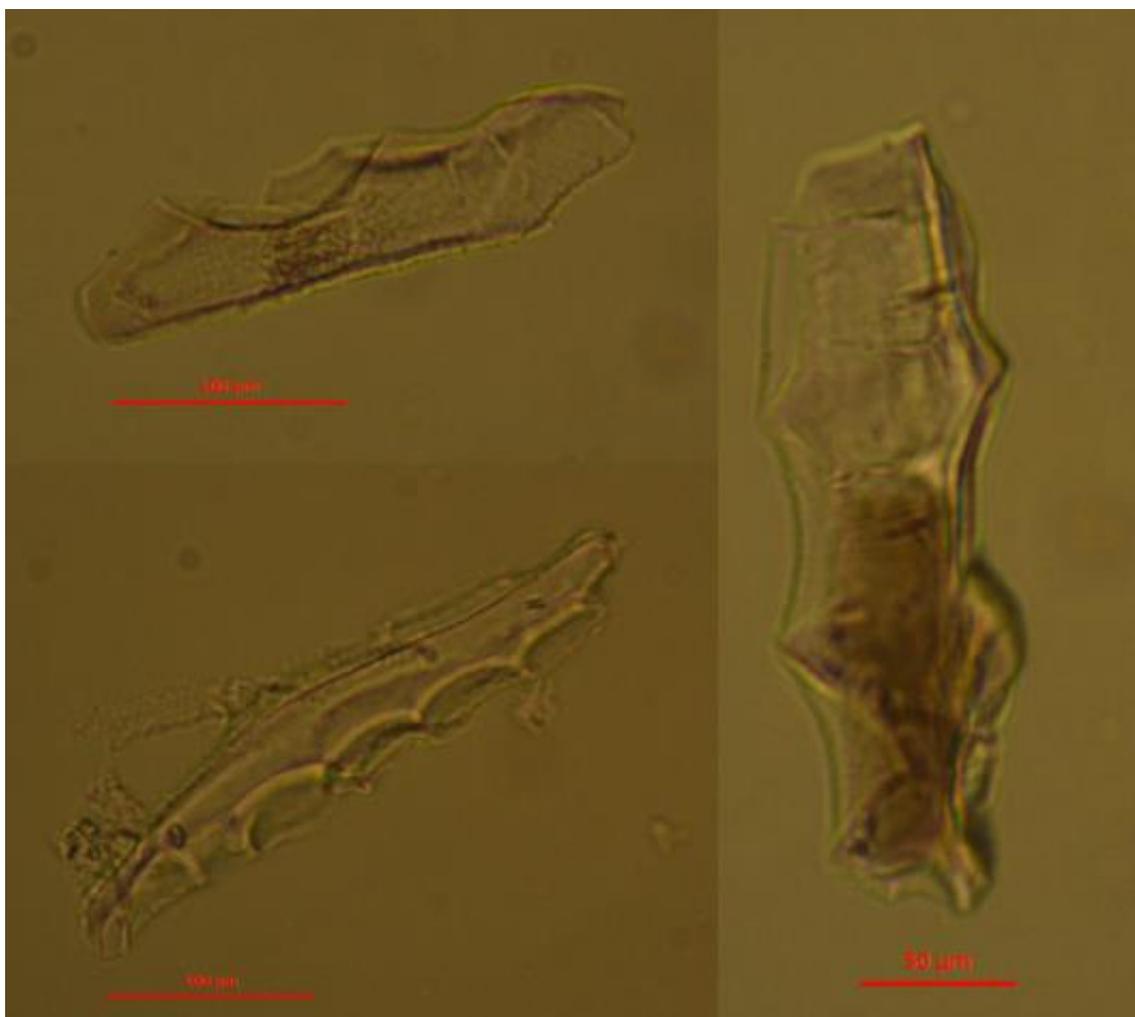


Ilustración 9. Elongado psilado muescado, *Anaxagorea allenii*.

Morfotipos					
ELONGADO SULCADO					
Descripción: forma más alargada que ancha , la textura son surcos paralelos.					
	N	Mínimo (µm)	Máximo (µm)	Media (µm)	Desviación estandar
Largo	10	206,302	263,464	233,333	28,70675811

Ancho	10	22,456	77,884	52,688	28,05506671
--------------	----	--------	--------	--------	-------------

Tabla 11. Elongado sulcado, *Anaxagorea allenii*.

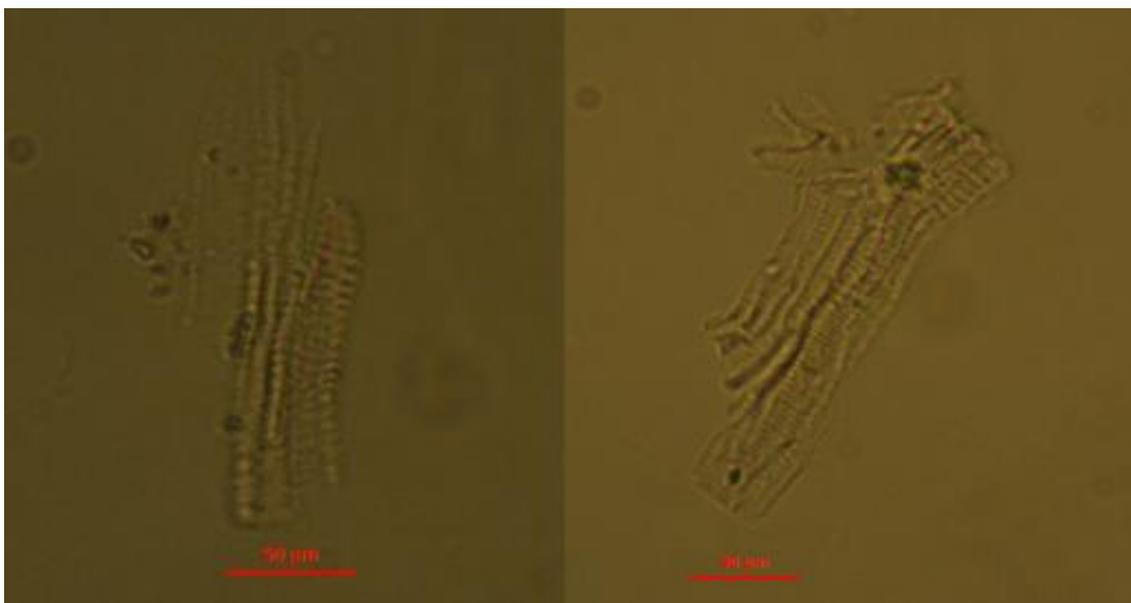


Ilustración 10. Elongado sulcado, *Anaxagorea allenii*.

Morfotipo					
POLÍGONO IRREGULAR RUGULADO					
Descripción: la forma es un polígono irregular, cuya superficie se cubre de pequeños elementos alargados dispuestos de forma irregular.					
	N	Mínimo (µm)	Máximo (µm)	Media (µm)	Desviación estandar
Largo	10	63,036	93,861	79,5742	12,11276111
Ancho	10	70,211	108,702	84,3132	16,80738029

Tabla 12. Polígono irregular rugulado, *Anaxagorea allenii*.

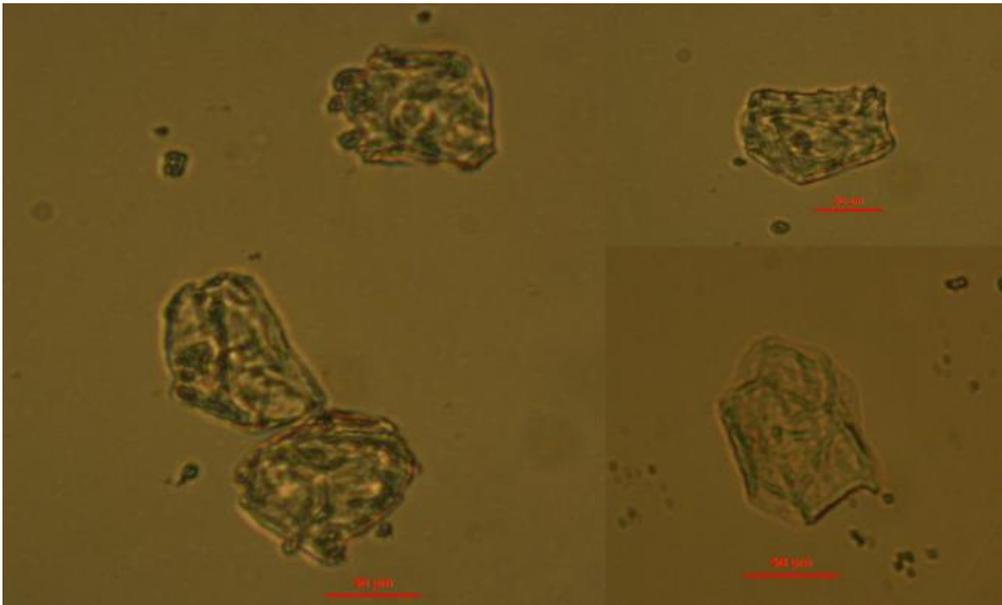


Ilustración 11. Polígono irregular rugulado, *Anaxagorea allenii*.

5.1.3. *Anaxagorea brevipes*



Foto 3. *Anaxagorea brevipes*. Muestra de JAUM.

Familia: Annonaceae.

Género: *Anaxagorea*.

Especie: *brevipes* Benth.

Nombre común: “Carahuasca o espintana (Perú); majagua (Venezuela); unitahue (waorani, Ecuador); kurihikoyoko (arawak); wear-ná (maquiritari, Venezuela) (Grantner y Chevrette, 2013).

Código de procesamiento: LARQPHR030.

Código de herbario: JAUM053111.

Parte procesada de la planta: Hoja.

Lugar de procedencia: Municipio de Puerto Parra, Santander.

Colectores: Cogollo, A., López, N., Alcázar, C. y Ramírez, W., 2010.

Descripción de la planta:

- Descripción taxonómica: Maas y Westra (1984) describen esta especie como un árbol o arbusto que generalmente alcanza los 10 metros pero puede llegar a crecer hasta los 25 metros de alto. Tiene pedúnculos de hasta 20 mm, de los cuales pueden llegar a salir hasta dos flores al tiempo, igual que las anteriores especies, con inflorescencia axilar. La forma de las flores varía entre ovular y globular, de color amarillo o beige, con una mancha roja al centro, denominada “ojo rojo”. “Hojas elípticas, elíptico-obovadas o elíptico-oblongas” (Amasifuen y Zárate, 2005:69).
- Zona de vida: Bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo tropical y cañón y valle del Bajo Cauca, vertiente oriental de la Cordillera central (Idárraga, et. al., 2013: 247).
- Región biogeográfica: En Colombia se encuentra distribuida por la región andina y la amazonia (Murillo, 2001:51). Se puede encontrar desde Costa Rica hasta la Amazonía boliviana (Grandtner y Chevrette, 2013).
- Elevación: 90-600 m.s.n.m. (Murillo, 2001:51).

Usos: Se utiliza para sacar fibra de su corteza y la elaboración de cuerdas (Grantner y Chevrette, 2013).

Análisis de Fitolitos:

Se encontraron tres morfotipos diferentes, representados y descritos en las siguientes tablas. Las proporciones fueron:

MORFOTIPOS VÁLIDOS		
	Frecuencia	Porcentaje
Amorfo verrugoso	66	66%
Elongado psilado muescado	23	23%
Elongado sulcado	11	11%
Total	100	100%

Tabla 13. Morfotipos válidos para Anaxagorea brevipes.

Morfotipos					
AMORFO VERRUGOSO					
Descripción: no tiene una forma determinada o regular, y la superficie está cubierta por pequeños o medianos abultamientos sin un orden terminado.					
	N	Mínimo (μm)	Máximo (μm)	Media (μm)	Desviación estandar
Largo	10	150,994	250,601	200,0506	45,79508073
Ancho	10	122,495	220,423	193,9954	40,36456096

Tabla 14. Amorfo verrugoso, *Anaxagorea brevipes*.

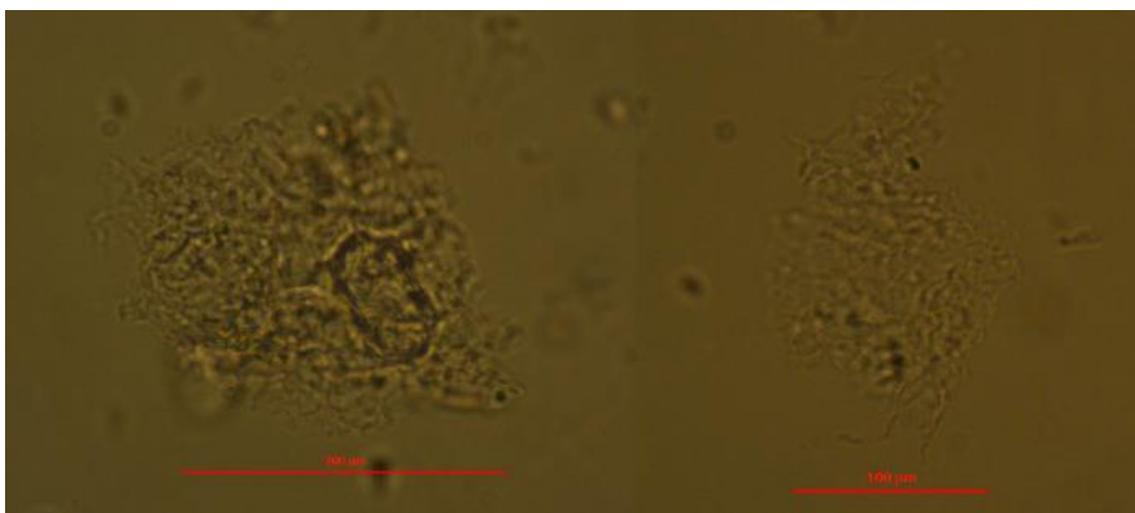


Ilustración 12. Amorfo verrugoso, *Anaxagorea brevipes*.

Morfotipos					
ELONGADO PSILADO MUESCADO					
Descripción: forma más larga que ancha, con textura psilada, es decir semi lisa Y en donde se pueden apreciar pocas y pequeñas muescas muy esparcidas que diferencian la textura de una tabular (superficie completamente plana).					
	N	Mínimo (μm)	Máximo (μm)	Media (μm)	Desviación estandar
Largo	10	177,688	375,612	278,9416	94,81309987

Ancho	10	50,114	78,896	64,4298	10,82046848
--------------	----	--------	--------	---------	-------------

Tabla 15. Elongado psilado muescado, *Anaxagorea brevipes*.

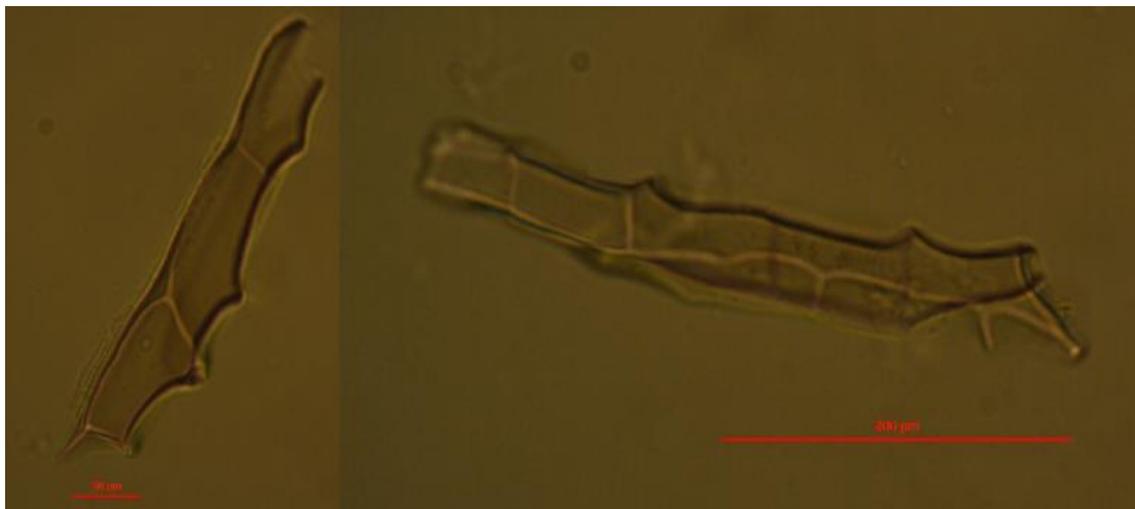


Ilustración 13. Elongado psilado muescado, *Anaxagorea brevipes*.

Morfotipos					
ELONGADO SULCADO					
Descripción: forma más alargada que ancha , la textura son surcos paralelos.					
	N	Mínimo (µm)	Máximo (µm)	Media (µm)	Desviación estandar
Largo	10	79,944	341,989	197,474	111,6959645
Ancho	10	19,054	43,93	31,766	11,26587777

Tabla 16. Elongado sulcado, *Anaxagorea brevipes*.



Ilustración 14. *Elongado sulcado, Anaxagorea brevipes.*

5.1.4. *Anaxagorea crassipetala*



Foto 4. *Anaxagorea crassipetala*. Muestra JAUM

Familia: Annonaceae.

Género: *Anaxagorea*.

Especie: *crassipetala* Hemsl.⁵

Nombre común: Anonillo colorado (Sistema Nacional de Áreas de Conservación [Sinac] y Programa REDD-CCAD-GIZ, 2014)

Código de procesamiento: LARQPHR031.

Código de herbario: JAUM007079.

Parte procesada de la planta: Hoja.

⁵ La clasificación de especie de esta planta fue actualizada, corrección que aparece en el Herbario del Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe, en el año 2009, en donde además aparece la clasificación anterior: *Anaxagorea clavata* Standl, con fecha de diciembre de 1984.

Lugar de procedencia: Municipio de Mutatá, Antioquia.

Colectores: Brand, J., Díaz, P. y Ochoa, J.R., 1984.

Descripción de la planta:

- Descripción taxonómica: presenta características comunes a las familias Eupomatiaceae, Degeneriaceae y Himantandraceae, que también pertenecen al Orden Magnoliales como como las Annonaceae, tales características son: inflorescencia en las axilas de las hojas nuevas, las cuales tienen flores en las terminaciones y uno o más pequeños abultamientos (Endress, et.al., 2011:836). Lo cual resulta interesante ya que refuerza la tesis de Gottsberger (2016) sobre el desarrollo evolutivo de la familia, pero también sobre la capacidad morfológica y ecológica de su distribución, prefiriendo las selvas húmedas. Tiene una altura de entre 4 a 10 m, con un grosor de 1.5 a 8.8 cm, con floración anual entre octubre y diciembre. (Grottsberger, 2016)
- Zona de vida: Bosque muy húmedo tropical, como en el valle selvático del Atrato y Urabá (Idárraga, et.al., 2013).
- Región biogeográfica: En Colombia se encuentra por todo el Pacífico, desde Antioquia, hasta Nariño (Murillo, 2001:51). Se puede encontrar desde Centroamérica hasta Bolivia (Grandtner y Chevrette, 2013).
- Elevación: 10 a 500 m.s.n.m. (Murillo, 2001:51; Sinac y Programa REDD-CCAD-GIZ, 2014).

Usos: no se ha reportado ninguno hasta el momento.

Análisis de Fitolitos:

Se encontró un morfotipo:

MORFOTIPO VÁLIDO		
	Frecuencia	Porcentaje
Polígono irregular regulado	100	100%
Total	100	100%

Tabla 17. Morfotipo válido para *Anaxagorea crassipetala*.

Morfotipos					
POLÍGONO IRREGULAR RUGULADO					
Descripción: la forma es un polígono irregular, cuya superficie se cubre de pequeños elementos alargados dispuestos de forma irregular.					
	N	Mínimo (µm)	Máximo (µm)	Media (µm)	Desviación estandar
Largo	10	44,555	119,263	73,4008	29,84432672
Ancho	10	39,993	101,22	74,62	25,87420896

Tabla 18. Polígono irregular rugulado. *Anaxagorea crassipetala*.

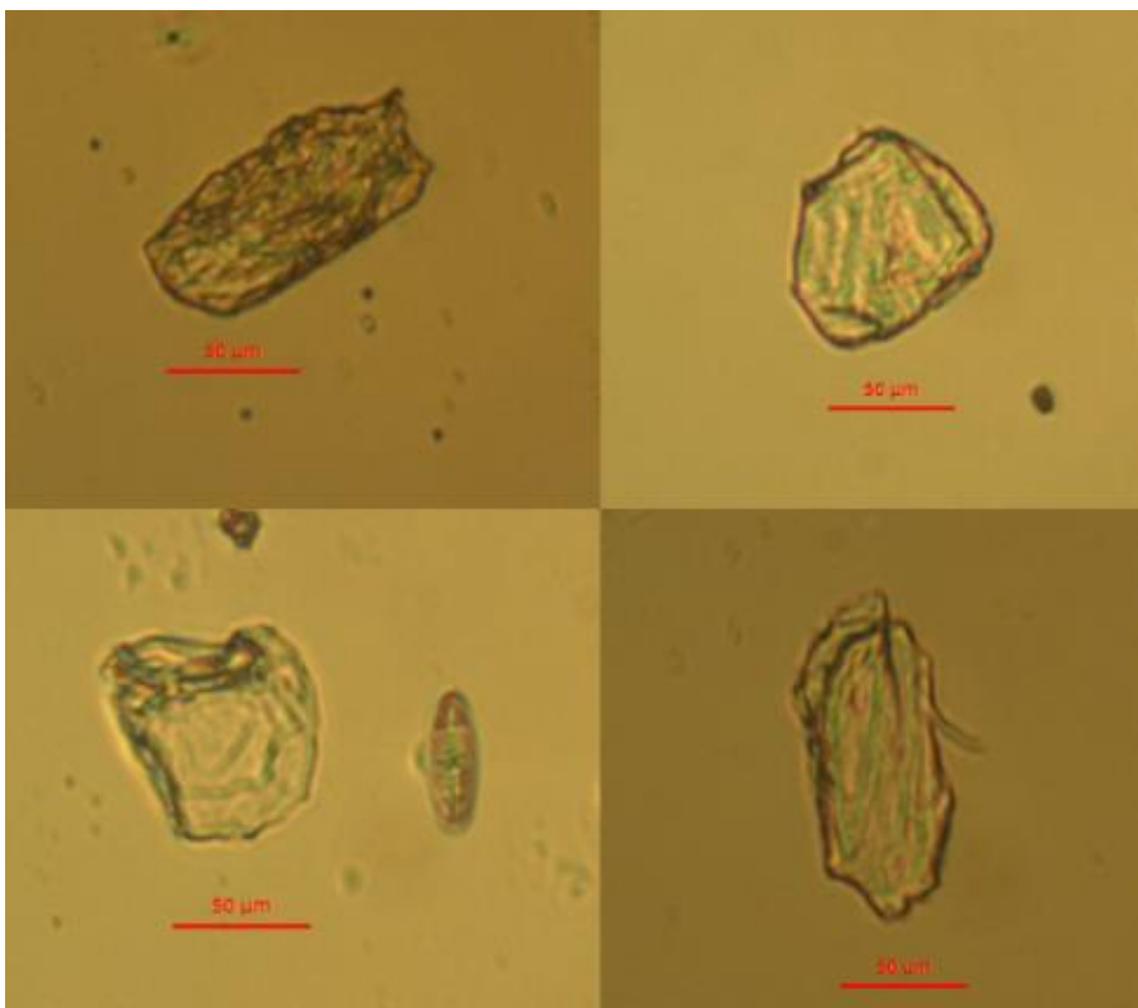


Ilustración 15. Polígono irregular. *Anaxagorea crassipetala*.

5.2. Género *Annona*

Es un género con aproximadamente 162 especies, con una altura aproximada de 5 a 11 m y recubiertos por una corteza áspera y corrugada. Es importante económicamente para los seres humanos, ya que varias especies medicinales y frutales pertenecen a este género (Vieira, et.al., 2016). Una característica particular del género es que a pesar de que las características como:

altura, sistema de raíces, biología floral, polinización y tipo de fruta son unificadas dentro del género, hay una gran variación en las semillas y los vástagos, lo que afecta el follaje maduro y la productividad de la planta, así como el tamaño del fruto, el color, la calidad, la forma y el número de semillas en ella. Estas variaciones han producido que para la misma especie se tengan varios nombres botánicos. (Vieira, et.al., 2016: 222)

El género ha sido ampliamente estudiado por tres razones:

1. Son especies que producen árboles frutales, de producción generalmente anual. Las especies comestibles son: *A. crassiflora* (marolo), *A. squamosa* (anón), *A. muricata* (guanábana), *A. cherimola* (chirimoya), *A. glabra* L. y *A. reticulata* (anona roja) (Arrazonal, et.al., 2013; Vieira, et.al., 2016).
2. Las propiedades antimicrobiales, antiplaquetarias, antiparasitarias y antioxidantes, producto de los alcaloides, acetogeninas y terpenos en ellas (Vieira, et.al., 2016).
3. Los aceites esenciales de estas plantas están siendo utilizados en las industrias alimenticias como saborizantes y preservantes naturales (Vieira, et.al., 2016).

A continuación se presentan las especies analizadas para el género *Annona*:

4.2.1. *Annona acuminata*

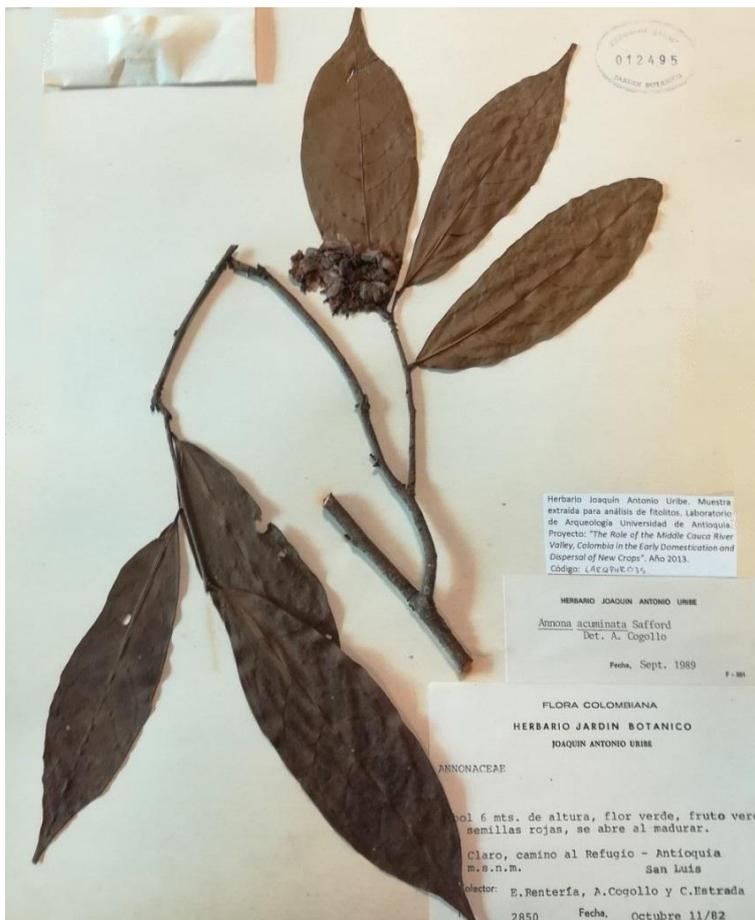


Foto 5. *Annona acuminata*. Muestra JAUM.

Familia: Annonaceae.

Género: *Annona*.

Especie: *acuminata* Safford.

Código de procesamiento: LARQPHR035.

Código de herbario: JAUM033011.

Parte procesada de la planta: Hoja.

Lugar de procedencia: Parque ecológico, Cañón del Río Claro, San Luís, Antioquia.

Colectores: Cogollo, A. y Borja, R., 1983.

Descripción de la planta:

- Descripción taxonómica: Es un pequeño árbol que no supera los 7 metros de altura. Sus flores son de forma globular y de color verde, los frutos del mismo

color exteriormente, se destacan por ser carnosos y al estar maduros, presentan un color anaranjado en su interior. Generalmente en los bosques las flores se pueden observar de mayo hasta agosto y los frutos maduros de noviembre hasta marzo (Croat, T. B., 1978).

- Zona de vida: Bosque húmedo tropical y bosque muy húmedo tropical, se encuentra en Antioquia tanto en el Valle del Magdalena Medio como en el valle selvático del Atrato y Urabá (Idárraga, et.al., 2013).
- Región biogeográfica: En Colombia se pueden encontrar en el Pacífico, entre Antioquia y Chocó (Murillo, 2001: 52). Se encuentra desde Costa Rica hasta Colombia (Grandtner y Chevrette, 2013).
- Elevación: 25 a 600 m.s.n.m. (Murillo, 2001: 52).

Usos: no se ha reportado ninguno hasta el momento.

Análisis de Fitolitos:

Se encontraron tres morfotipos diferentes, representados y descritos en las siguientes tablas. Las proporciones fueron:

MORFOTIPOS VÁLIDOS		
	Frecuencia	Porcentaje
Amorfo verrugoso	56	56%
Amorfo favoso	38	38%
Polígono irregular rugulado	6	6%
Total	100	100%

Tabla 19. Morfotipos válidos para Annona acuminata.

Morfotipos					
AMORFO VERRUGOSO					
Descripción: no tiene una forma determinada o regular, y la superficie está cubierta por pequeños o medianos abultamientos sin un orden terminado.					
	N	Mínimo (μm)	Máximo (μm)	Media (μm)	Desviación estándar
Largo	10	100,735	256,917	173,91475	79,48949732
Ancho	10	75,586	233,086	149,616	71,90151867

Tabla 20. Amorfo verrugoso, *Annona acuminata*.

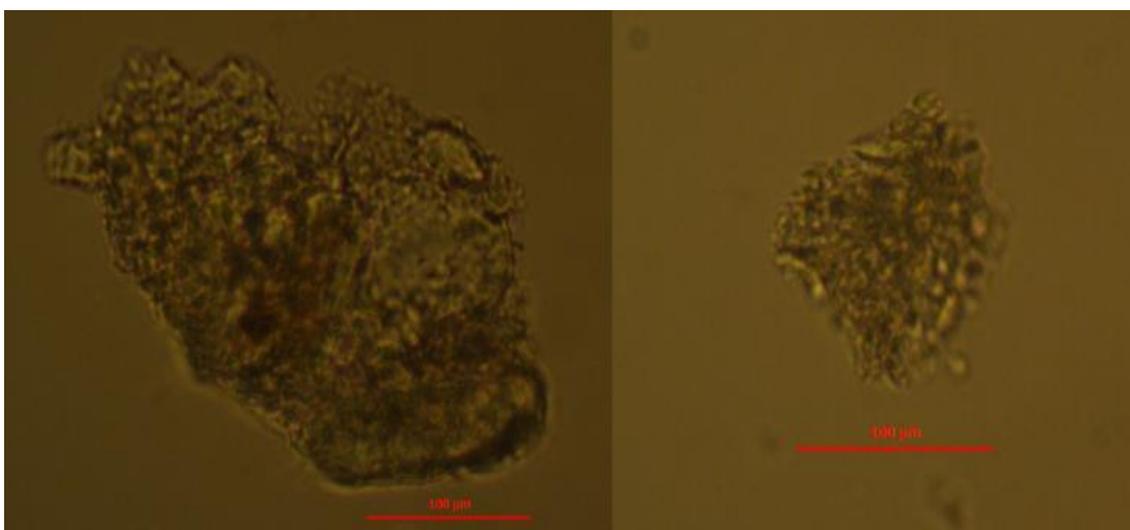


Ilustración 16. Amorfo verrugoso, *Annona acuminata*.

Morfotipos					
AMORFO FAVOSO					
Descripción: no tiene una forma determinada o regular, la superficie es favosa, asemeja la estructura de un panal de abejas.					
	N	Mínimo (μm)	Máximo (μm)	Media (μm)	Desviación estandar
Largo	10	90,634	220,484	166,8606667	67,81178831

Ancho	10	85,86	123,265	104,2353333	18,71108282
--------------	----	-------	---------	-------------	-------------

Tabla 21. Amorfo favoso, *Annona acuminata*

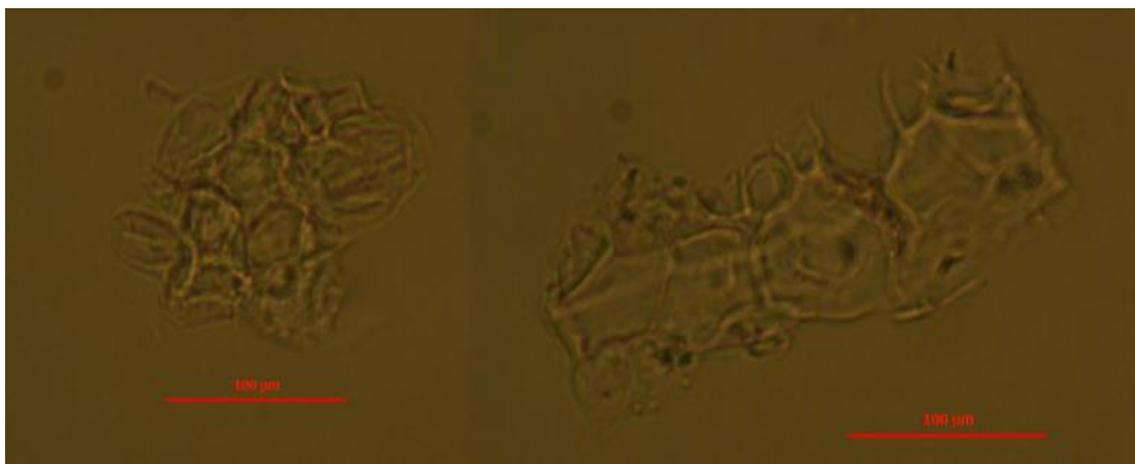


Ilustración 17. Amorfo favoso, *Annona acuminata*.

Morfotipos					
POLÍGONO IRREGULAR RUGULADO					
Descripción: la forma es un polígono irregular, cuya superficie se cubre de pequeños elementos alargados dispuestos de forma irregular.					
	N	Mínimo (μm)	Máximo (μm)	Media (μm)	Desviación estandar
Largo	6	91,444	150,334	113,78	31,91585293
Ancho	6	94,898	110,935	105,3196667	9,03448794

Tabla 22. Polígono irregular rugulado. *Annona acuminata*.

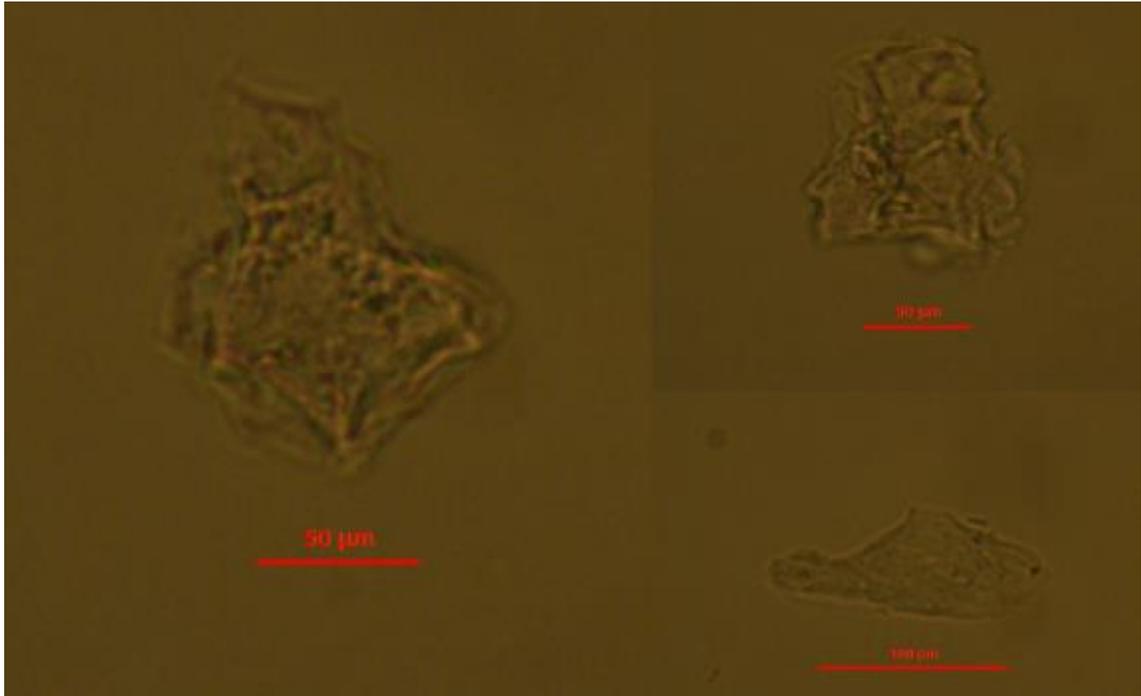


Ilustración 18. Polígono irregular rugulado. *Annona acuminata*.

5.2.2. *Annona cherimolioides*

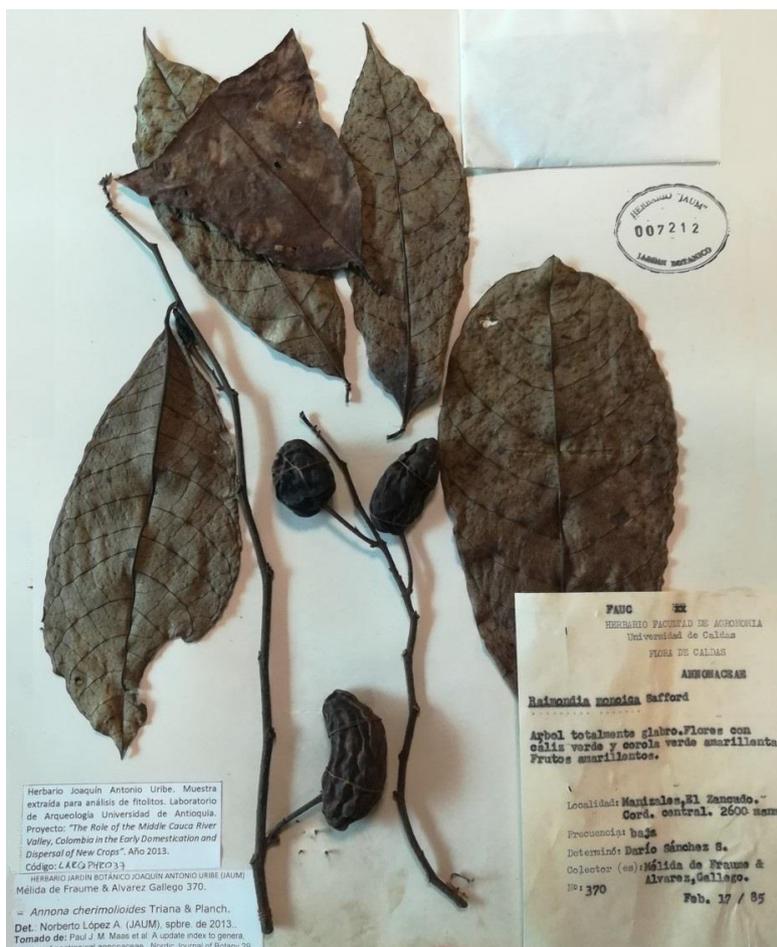


Foto 6. *Annona cherimolioides*. Muestra JAUM.

Familia: Annonaceae.

Género: *Annona*.

Especie: *cherimolioides* Triana & Planch.⁶

Código de procesamiento: LARQPHR037.

Código de herbario: JAUM007212.

Parte procesada de la planta: Hoja.

Lugar de procedencia: El zancudo, Manzales.

Colectores: Mólida de Fraume y Alvarez, 1985.

Descripción de la planta:

⁶Anteriormente estaba clasificada como *Raimondia monoica* Safford.

- Descripción taxonómica: árboles que no alcanzan más de los 8 metros de alto, son poco ramificados y cuyas ramas terminales están cubiertas por pelos rojizos. Sus hojas son grandes de hasta 35 cm de longitud. Sus frutos son de color café-rojizo, al interior la pulpa es de color blanco amarillenta y de sabor agradable. Este árbol suele crecer cerca de las cañadas y en sotobosque (Vargas, 2002).
- Zona de vida: Bosque muy húmedo montano bajo y bosque muy húmedo pre montano, en Antioquia se encuentra especialmente en la vertiente oriente de la Cordillera Occidental (Idárraga, et.al., 2013).
- Región biogeográfica: En Colombia se puede encontrar en la región Andina (Murillo, 2001: 55) y según Grandtner y Chevrette (2013) se puede encontrar desde Colombia hasta Ecuador y Amazonas.
- Elevación: Crece entre los 1600 y 2200 m.s.n.m. (Vargas, 2002).

Usos: el fruto es comestible.

Análisis de Fitolitos:

Se encontraron cuatro morfotipos diferentes, representados y descritos en las siguientes tablas. Las proporciones fueron:

MORFOTIPOS VÁLIDOS		
	Frecuencia	Porcentaje
Amorfo favoso	39	39%
Polígono irregular rugulado	36	36%
Amorfo favoso aserrado	13	13%
Elongado reticulado favoso	12	12%
Total	100	100%

Tabla 23. Morfotipos válidos para Annona cherimolioides.

Morfotipos					
AMORFO FAVOSO					
Descripción: no tiene una forma determinada o regular, la superficie es favosa, asemeja la estructura de un panal de abejas.					
	N	Mínimo (μm)	Máximo (μm)	Media (μm)	Desviación estandar
Largo	10	124,641	250,917	199,907	66,5407559
Ancho	10	119,806	237,098	177,2533333	58,68273785

Tabla 24. Amorfo favoso, *Annona cherimolioides*.

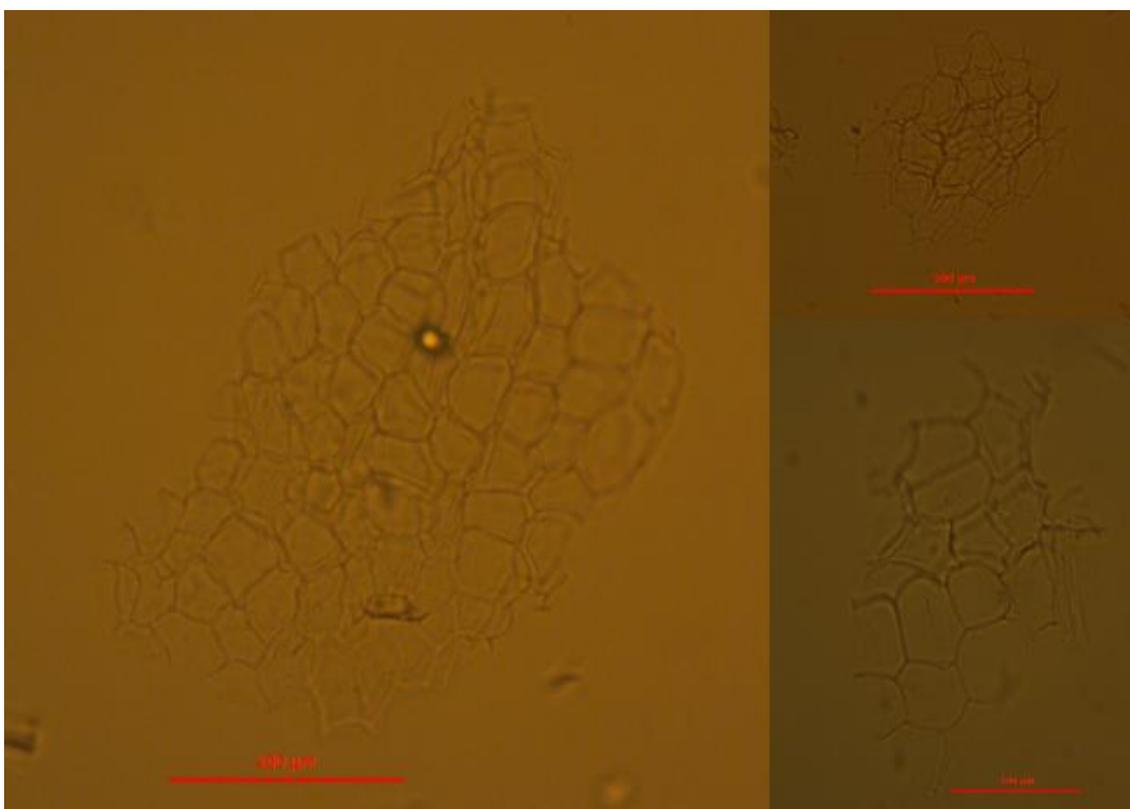


Ilustración 19. *Annona cherimolioides*.

Morfotipos					
POLÍGONO IRREGULAR RUGULADO					
Descripción: la forma es un polígono irregular, cuya superficie se cubre de pequeños elementos alargados dispuestos de forma irregular.					
	N	Mínimo (µm)	Máximo (µm)	Media (µm)	Desviación estandar
Largo	10	57,454	62,314	59,615	2,474264133
Ancho	10	69,592	98,776	80,692333333	15,79562194

Tabla 25. Polígono irregular rugulado, *Annona cherimolioides*.

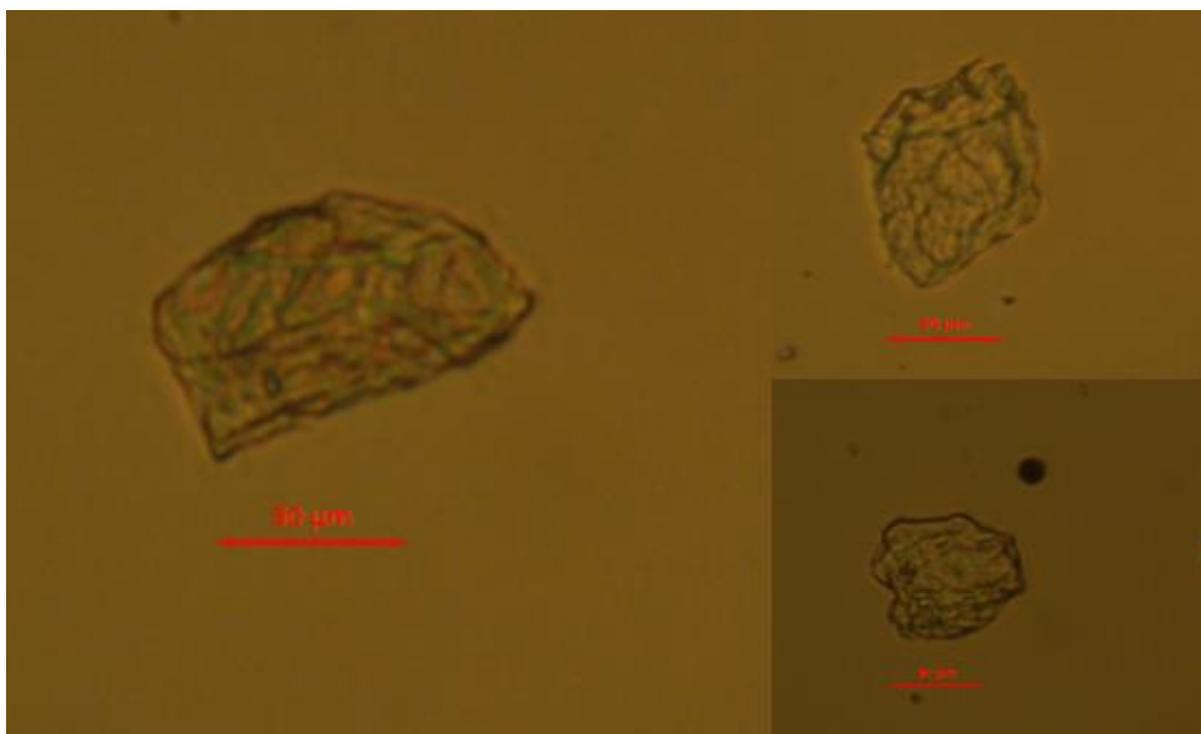


Ilustración 20. Polígono irregular rugulado, *Annona cherimolioides*..

Morfotipos					
AMORFO FAVOSO ASERRADO					
Descripción: la forma no es regular ni determinada, su superficie se conforma por la agrupación de diferentes polígonos aserrados redondeados que encajan entre sí como un rompecabezas.					
	N	Mínimo (μm)	Máximo (μm)	Media (μm)	Desviación estandar
Largo	10	144	393,414	235,7926667	137,1200053
Ancho	10	165,175	218,701	190,2486667	26,92247593

Tabla 26. Amorfo favoso aserrado, *Annona cherimolioides*.

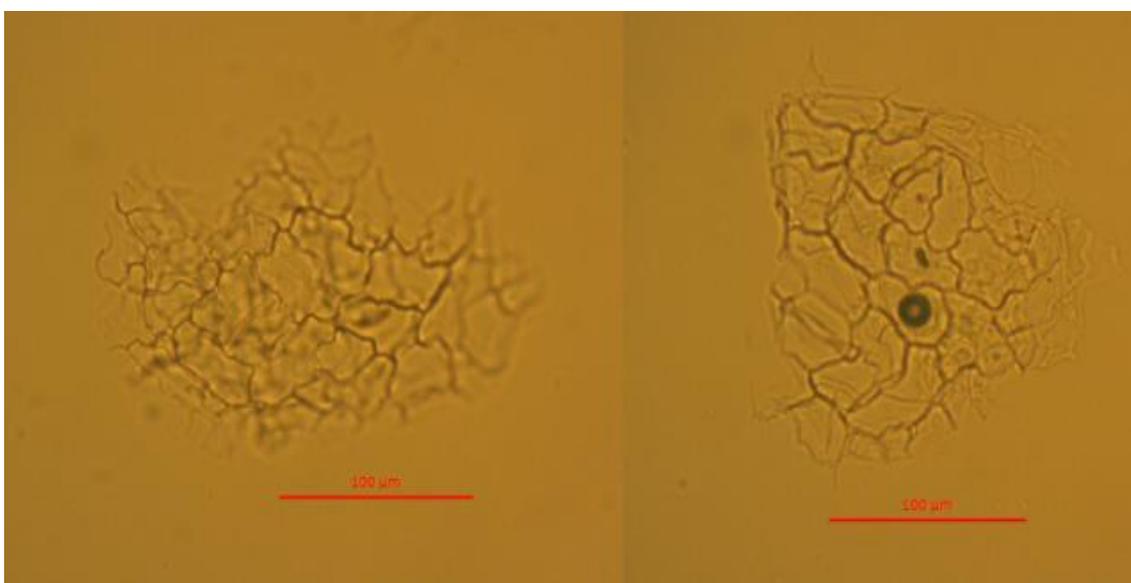


Ilustración 21. Amorfo favoso aserrado, *Annona cherimolioides*.

Morfotipos					
ELONGAGO RETICULAR FAVOSO					
Descripción: su forma es más larga que ancha, la superficie se compone por elementos dispuestos horizontalmente y organizados asemejando un panal de abejas, mediante pequeños polígonos similares entre si.					
	N	Mínimo (μm)	Máximo (μm)	Media (μm)	Desviación estandar
Largo	10	214,976	300,608	271,5396667	48,99188578
Ancho	10	94,839	188,181	137,7806667	47,11587866

Tabla 27. Elongado, reticular favoso, *Annona cherimolioides*.

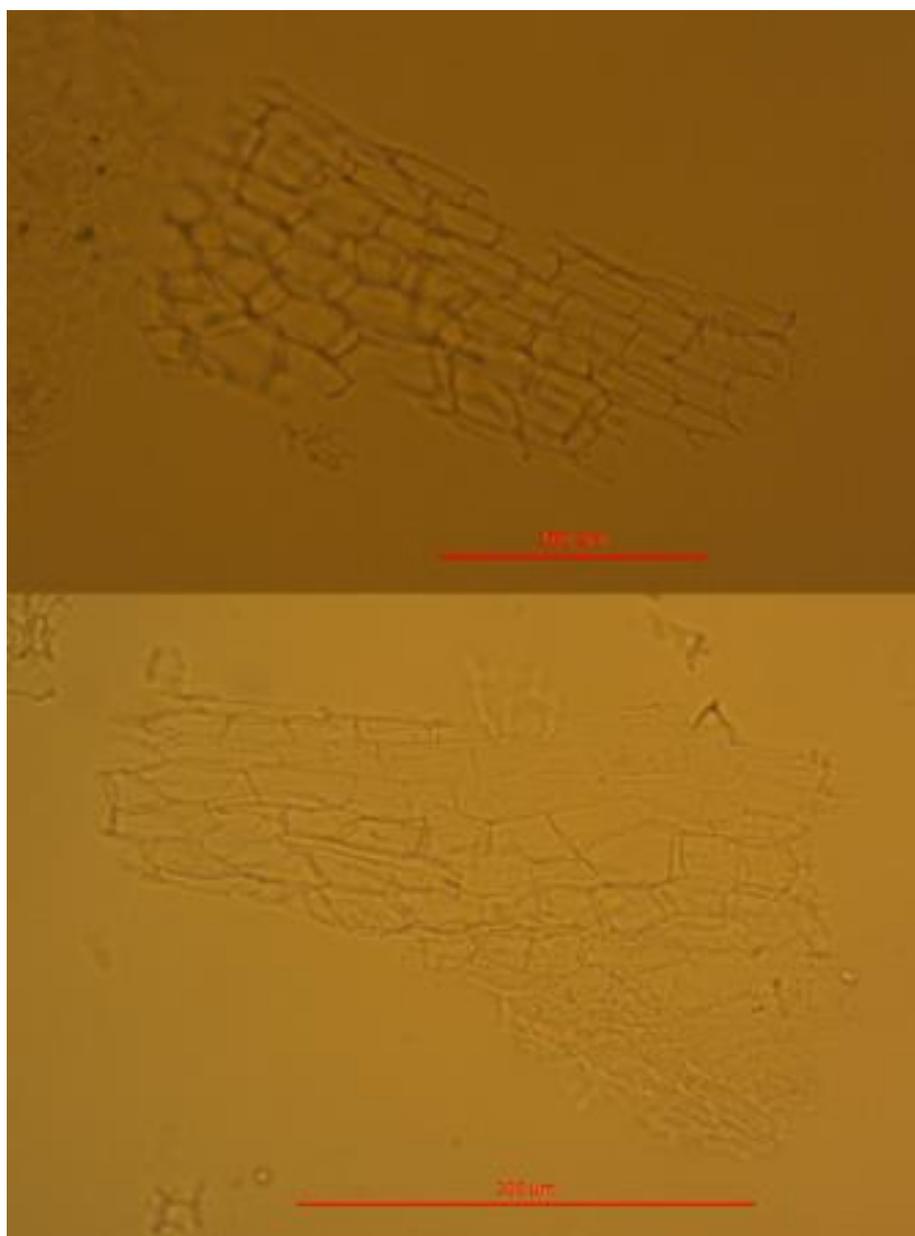


Ilustración 22. Elongado reticular favoso, *Annona cherimolioides*.

5.2.3. *Annona exsucca*

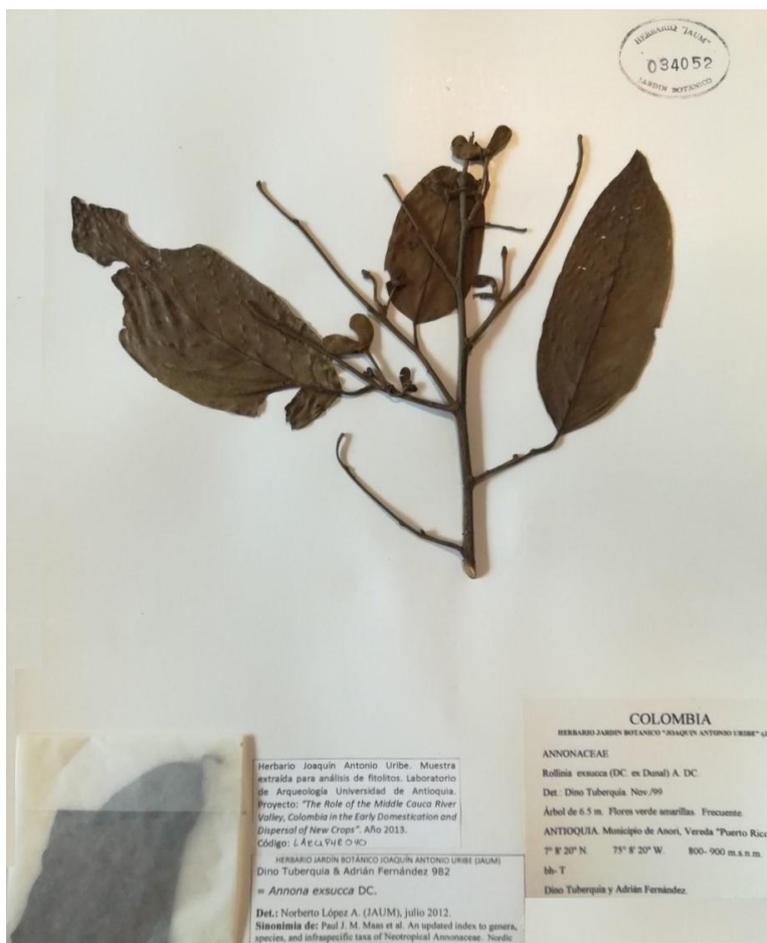


Foto 7. *Annona exsucca*. Muestra JAUM.

Familia: Annonaceae.

Género: *Annona*.

Especie: *exsucca* DC.⁷

Nombre común: Es una planta que recibe numerosos nombres, algunos de ellos son: en Guyana: la annona sin jugo (*juiceless annona*), mahoe negro o guanábana salvaje ;en Trinidad y Tobago: small wild cashima; en la Guyana francesa: anona sin jugo (*anone sans jus*); en Venezuela: anoncillo, catuchi montañero, majagua negra, majaguillo, manirote, pinirola de monte; balli y barroeda en Suriname; biribá brava en Brasil (Grantner y Chevrette, 2013).

Código de procesamiento: LARQPHR040.

⁷ Anteriormente clasificada como *Rollinia exsucca* (DC. ex Dunal) A. DC.

Código de herbario: JAUM034052.

Parte procesada de la planta: Hoja.

Lugar de procedencia: vereda “Puerto Rico”, Anorí, Antioquia.

Coletores: Tuberquia y Fernández, 1999.

Descripción de la planta:

- Descripción taxonómica: es un árbol que puede crecer hasta los 35 metros, con un diámetro aproximado de 60 cm. Presenta inflorescencia supra-axilar, en dirección contraria al nacimiento de las hojas, las flores son verdes y se van tornando amarillas y rojizas, además tienen un fuerte olor a fruta. Los frutos son verdes y maduros se tornan en un amarillo maduro.
- Región biogeográfica: se puede encontrar desde Trinidad y Tobago hasta Venezuela y Colombia, la parte norte y nororiental de sudamérica.
- Elevación: 90 m.s.n.m.

Usos: el fruto puede ser comestible. En las Guayanas la corteza la utilizan para hacer una bebida, que sirve para el tratamiento de desórdenes cardíacos, la fiebre y las hemorragias. En Suriname se utiliza la corteza infundida para lavar el abdomen de las mujeres embarazadas para facilitar el parto y aliviar el dolor.

Análisis de Fitolitos:

Se encontró un morfotipo:

MORFOTIPOS VÁLIDOS		
	Frecuencia	Porcentaje
Amorfo favoso	100	100%
Total	100	100%

Tabla 28. Morfotipo válido para *Annona exsucca*.

Morfotipos					
AMORFO FAVOSO					
Descripción: no tiene una forma determinada o regular, la superficie es favosa, asemeja la estructura de un panal de abejas.					
	N	Mínimo (μm)	Máximo (μm)	Media (μm)	Desviación estandar
Largo	10	170,456	355,042	271,1436667	75,21470688
Ancho	10	123,408	239,802	180,6003333	43,39613137

Tabla 29. Amorfo favoso, *Annona exsucca*.

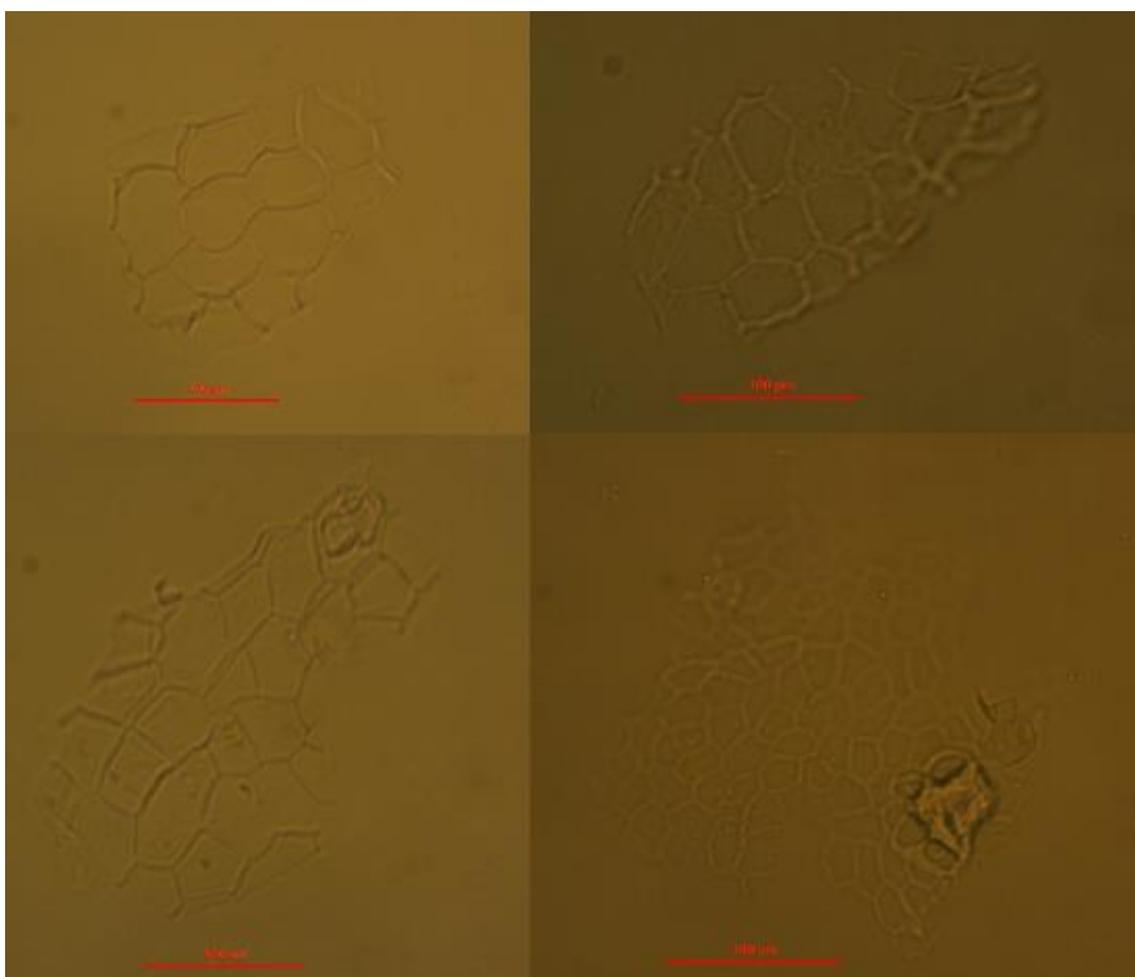


Ilustración 23. Amorfo favoso, *Annona exsucca*.

5.2.4. *Annona hayesii*



Foto 8. *Annona hayesii*. Muestra JAUM.

Familia: Annonaceae.

Género: *Annona*.

Especie: *hayesii* Staff. ex. Standl.

Código de procesamiento: LARQPHR043.

Código de herbario: JAUM030135.

Parte procesada de la planta: Hoja.

Lugar de procedencia: Vereda Llanadas, Municipio de Peque, Antioquia

Colector: Benítez, D. y Londoño, D., 1995.

Descripción de la planta:

- Descripción taxonómica: árboles o arbustos con pelos, inflorescencia supra-axilar en dirección contraria al crecimiento de las hojas, de pocas flores bixesuales de colores verdes y amarillos, con la base roja.
- Zona de vida: Bosque húmedo tropical y bosque muy húmedo tropical (Idárraga, et.al., 2013).
- Región biogeográfica: Se puede encontrar hacia las costas del pacífico entre Panamá y Colombia (Murillo, 2001:52; Grandtner y Chevrette 2013).
- Elevación: Según Murillo (2001), se encuentra al nivel del mar o pocos metros por encima.

Usos: no se ha reportado ninguno hasta el momento.

Análisis de Fitolitos:

Se encontró un morfotipo:

MORFOTIPO VÁLIDO		
	Frecuencia	Porcentaje
Amorfo favoso	100	100%
Total	100	100%

Tabla 30. Morfotipo válido para *Annona hayesii*.

Morfotipo					
AMORFO FAVOSO					
Descripción: no tiene una forma determinada o regular, la superficie es favosa, asemeja la estructura de un panal de abejas.					
	N	Mínimo (µm)	Máximo (µm)	Media (µm)	Desviación estandar
Largo	10	134,44	380,088	236,3725	106,2579309
Ancho	10	91,73	458,89	240,7683333	135,0768604

Tabla 31. Amorfo favoso, *Annona hayesii*.

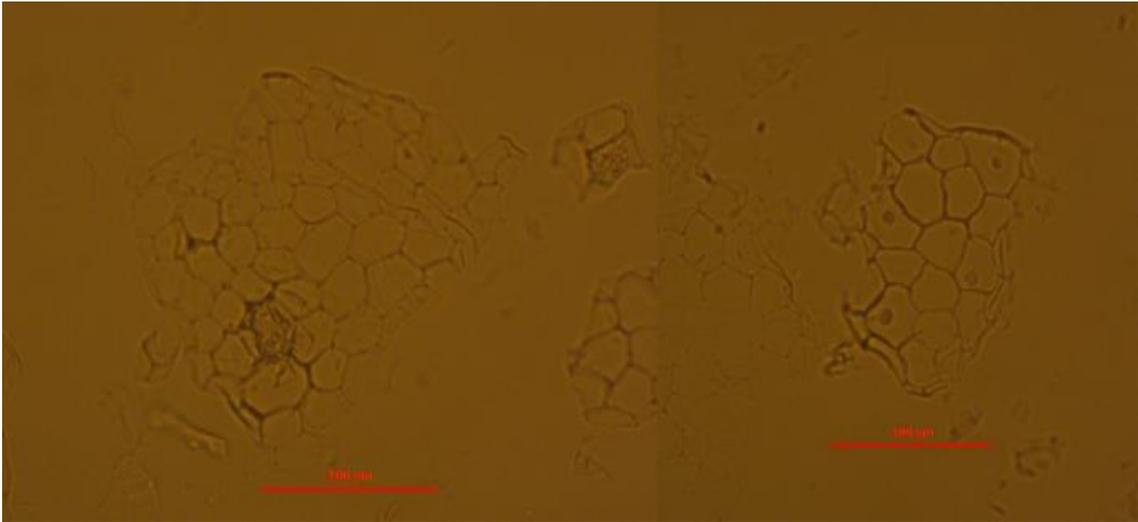


Ilustración 25. Amorfo favoso, *Annona hayesii*.

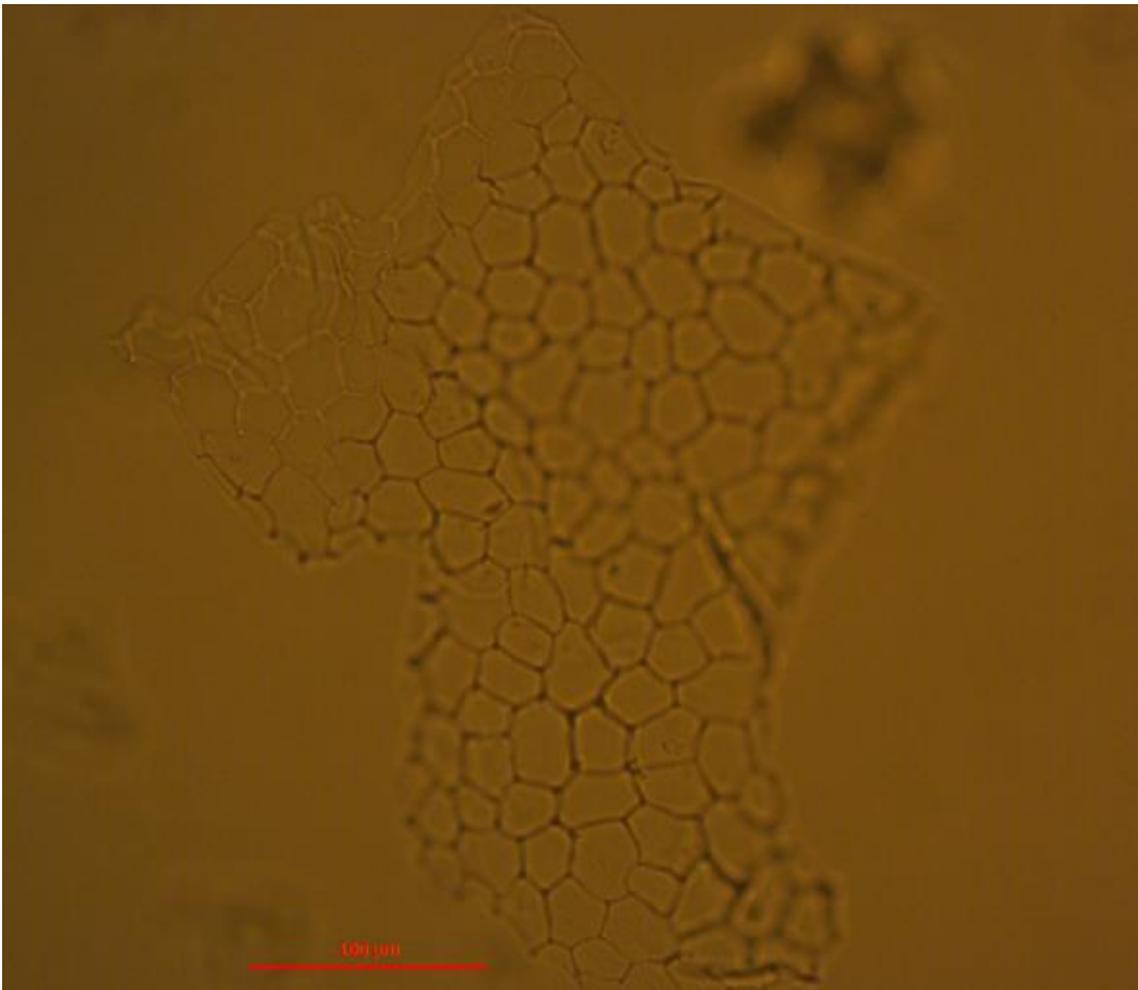


Ilustración 24. Amorfo favoso, *Annona hayesii*.

5.2.5. *Annona mucosa*

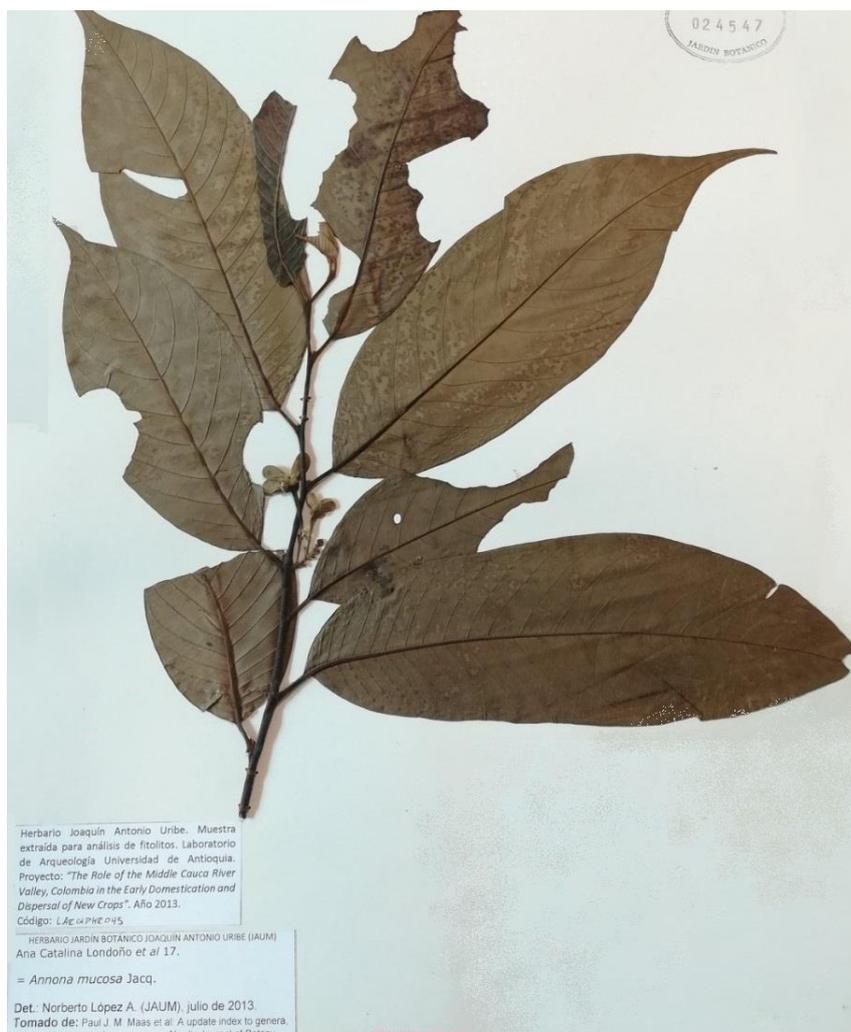


Foto 9. *Annona mucosa*. Muestra JAUM.

Familia: Annonaceae.

Género: *Annona*.

Especie: *mucosa* Jacq.⁸

Nombre común: Anonillo, biribá, anono, anono negro, anón (Sinac y Programa REDD-CCAD-GIZ, 2014).

Código de procesamiento: LARQPHR045.

Código de herbario: JAUM056562.

Parte procesada de la planta: Hoja

⁸ Nombre sinónimo: *Rollina mucosa* Baill.

Lugar de procedencia: Araracuara, Río Caquetá.

Colector: Londoño, A. C., Serna, O., Cogollo, A., Saldarriaga, J.G., 1988.

Descripción de la planta:

- Descripción taxonómica: Su corteza es lisa y fibrosa, de savia incolora y hojas simples en posición alterna, las hojas son de color amarillo y los frutos son de tipo abayado (Sinac y Programa REDD-CCAD-GIZ, 2014).
- Región biogeográfica: Desde Costa Rica hasta Colombia, en donde tiene gran dispersión pudiéndose encontrar desde el pacífico hasta el amazonas, atravesando toda la zona andina del país (Sinac y Programa REDD-CCAD-GIZ, 2014; Murillo, 2001).
- Elevación: 20 a 1000 m.s.n.m. (Murillo, 2001).

Usos: el fruto es comestible (Grantner y Chevrette, 2013).

Análisis de Fitolitos:

Se encontró un morfotipo:

MORFOTIPO VÁLIDOS		
	Frecuencia	Porcentaje
Amorfo favoso	100	100%
Total	100	100%

Tabla 32. Morfotipo válido para *Annona mucosa*.

Morfotipos					
AMORFO FAVOSO					
Descripción: no tiene una forma determinada o regular, la superficie es favosa, asemeja la estructura de un panal de abejas.					
	N	Mínimo (µm)	Máximo (µm)	Media (µm)	Desviación estandar
Largo	10	208,765	355,047	283,3413333	59,1162175
Ancho	10	162,822	436,962	253,0633333	100,2703215

Tabla 33. Amorfo favoso, *Annona mucosa*.

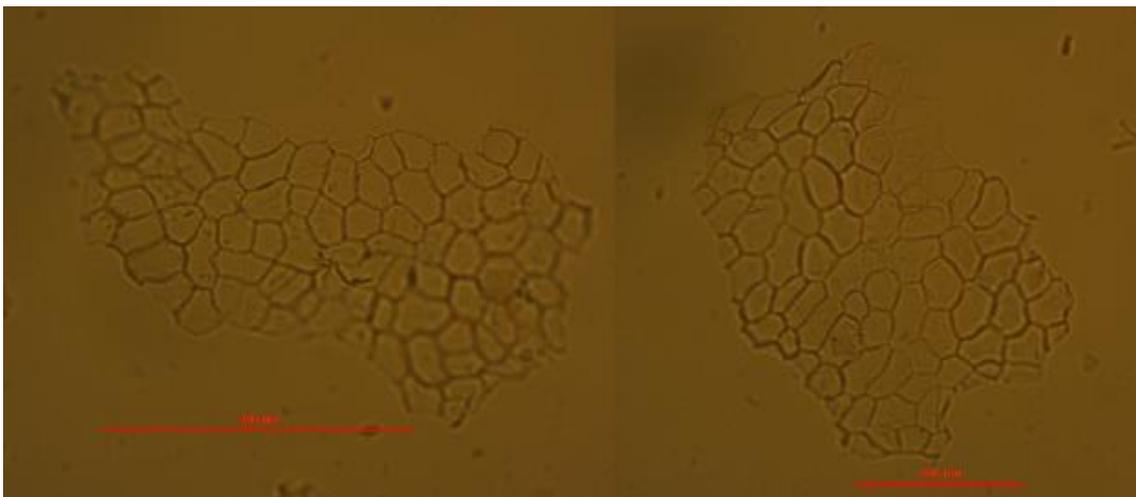


Ilustración 26. Amorfo favoso, *Annona mucosa*.

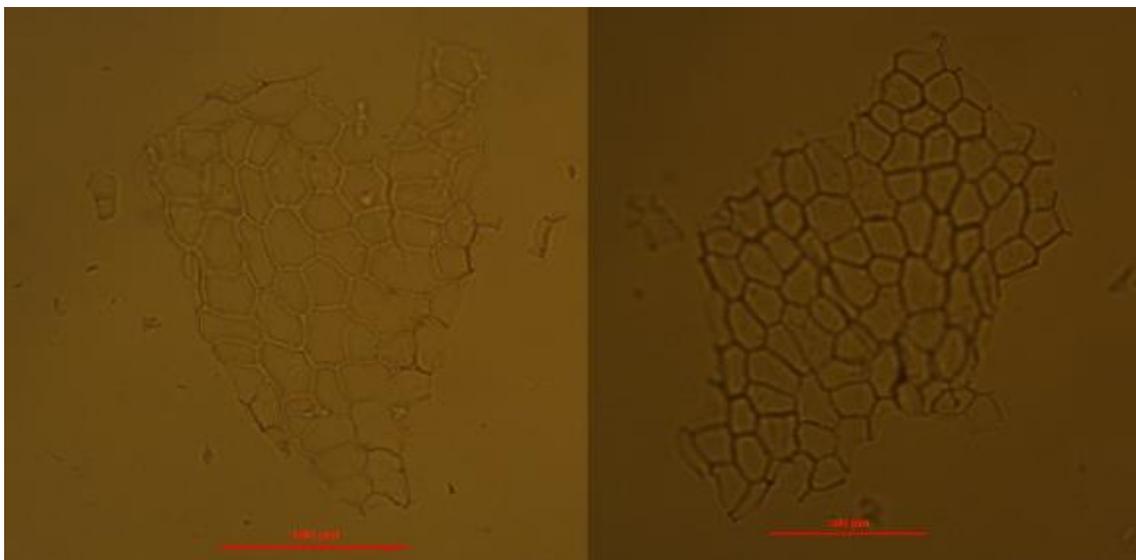


Ilustración 27. Amorfo favoso, *Annona mucosa*.

5.2.6. *Annona quinduensis*

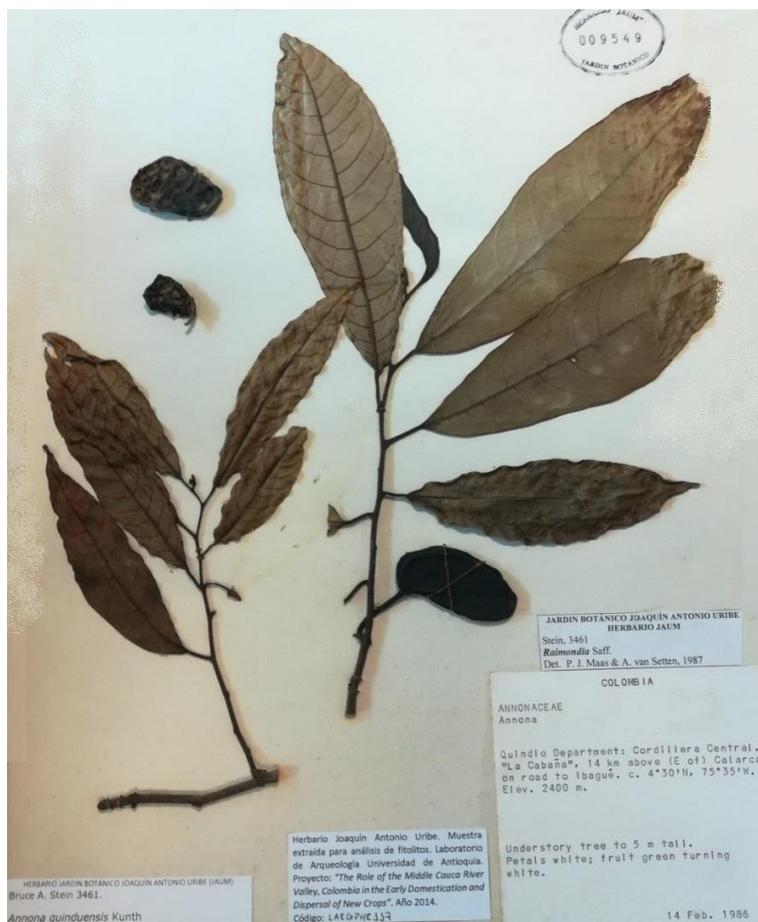


Foto 10. *Annona quinduensis*. Muestra JAUM.

Familia: Annonaceae.

Género: *Annona*.

Especie: *quinduensis* Kunth.⁹

Nombre común: Anón de monte, Chirimoya de monte (Vargas, 2002).

Código de procesamiento: LARQPHR117.

Código de herbario: JAUM009549.

Parte procesada de la planta: Hoja.

Lugar de procedencia: Calarca, Quindio.

Colector: Stein, B. A., 1986.

Descripción de la planta:

⁹ El otro nombre sinónimo que recibe es *Raimondia quinduensis* (Kunth) Staff.

- Descripción taxonómica: “es un arbolito de hasta 5 metros de altura, muy delgado y glabro, sus frutos de 4-6 cm de longitud son amarillentos al madurar. Es una especie escasa, presente en bordes de bosques o en el interior de cultivos” (Vargas, 2002:112).
- Zona de vida: Según Idárraga, et.al. (2013) se encuentra en el Bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo montano bajo y bosque muy húmedo tropical, o sea en los Altiplanos de Santa Rosa de Osos, Rionegro y Sonsón y en el cañón y valle del Bajo Cauca.
- Región biogeográfica: En Colombia se encuentra en la región Andina,
- Elevación: Se puede encontrar de los 0 hasta los 2400 m.s.n.m. (Vargas, 2002).
- **Usos**: no se ha reportado ninguno hasta el momento.

Análisis de Fitolitos:

Se encontró un morfotipo:

MORFOTIPO VÁLIDOS		
	Frecuencia	Porcentaje
Amorfo favoso	100	100%
Total	100	100%

Tabla 34. Morfotipo válido para *Annona quinduensis*.

Morfotipos					
AMORFO FAVOSO					
Descripción: no tiene una forma determinada o regular, la superficie es favosa, asemeja la estructura de un panal de abejas.					
	N	Mínimo (µm)	Máximo (µm)	Media (µm)	Desviación estandar
Largo	10	148,554	380,116	250,4046	85,90861232
Ancho	10	141,35	409,731	257,4634	100,0764984

Tabla 35. Amorfo favoso, *Annona quinduensis*.

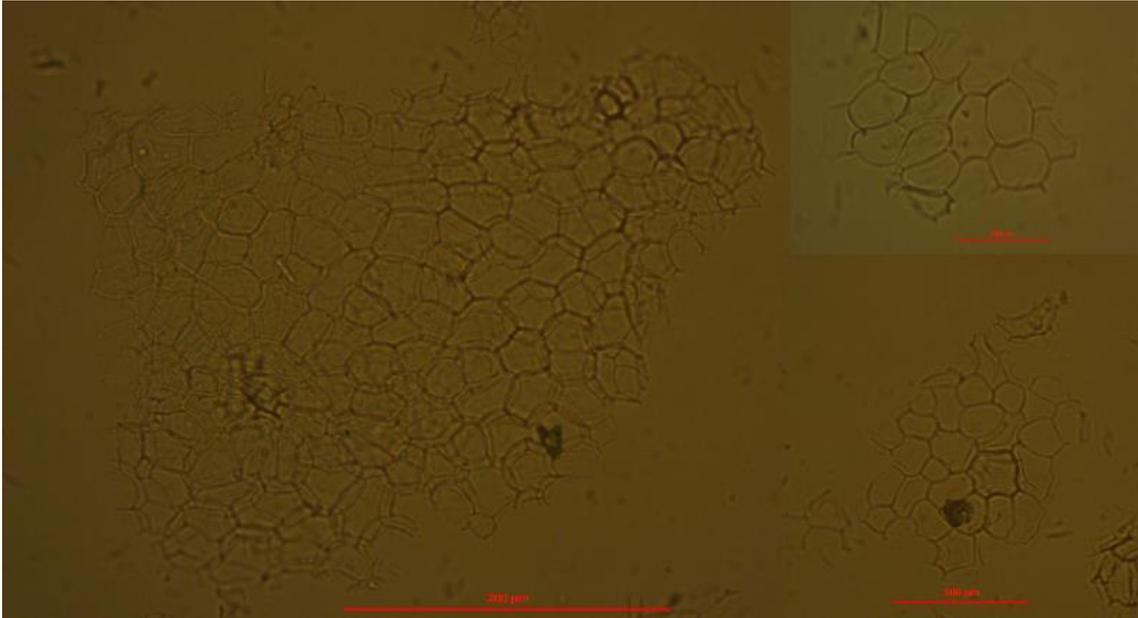


Ilustración 28. Amorfo favoso, Annona quinduensis.

5.3. Género *Duguetia*

Si bien la distribución coincide con el género *Annona* en el trópico americano, la mayor cantidad de especies de este género se encuentran en la cuenta Amazónica y las Guayanas; la dispersión en las selvas coincide con la dispersión de numerosos mamíferos pequeños, especialmente monos, que tras comer el fruto con las semillas, las esparcen según los rastros de sus actividades (Mass, et.al., 2003).

En Colombia se encuentran numerosos ejemplares de esta especie, algunas siguen una ruta de propagación desde centroamérica como es el caso de: *D. confusa*, *D. tuberculata* y *D. vallicola*. Pero también hay algunas cuya mayor dispersión se evidencia en el centro y noroccidente del país, como es el caso de las especies endémicas *D. antioquensis*, *D. gentryi*, *D. colombiana* y *D. caniflora*, esta última hayada hasta ahora solo en el Municipio de Anorí, Antioquia (Idárraga, et. al., 2013; Mass, et.al., 2003).

Una característica particular de las *Duguetia* es la presencia de células de aceites y el pequeño diámetro vascular con presencia de pozos intravasculares (Amaral, et.al., 2017).

A continuación se presentan las especies analizadas para el género *Duguetia*:

5.3.1. *Duguetia antioquensis*



Foto 11. *Duguetia antioquensis*. Muestra JAUM.

Familia: Annonaceae.

Género: *Duguetia* H. León y P. Maas.

Especie: *antioquensis* H. León & P. Maas.

Código de procesamiento: LARQPHR125.

Código de herbario: JAUM012812.

Parte procesada de la planta: Hoja.

Lugar de procedencia: Municipio de San Luis, Antioquia.

Colector: Cogollo, A. y Ramírez, J. G., 1989.

Descripción de la planta:

- Descripción taxonómica: Es un árbol de entre 5 a 30 metros de alto y de 10 a 60 cm de diámetro. Florece y da frutos durante todo el año, los cuales son muy distintivos debido a ser una fruta con los carpelos muy separados y afilados, de colores entre amarillos y verdes; tiene inflorescencia entre las hojas, con una agrupación de hasta 30 flores en el mismo tallo, son olorosas y de colores entre amarillos y blancos (Maas, et.al., 2003).
- Zona de vida: Bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo tropical, bosque pluvial premontano, o sea en el cañón y valle del Bajo Cauca, el valle del Magdalena Medio, el valle selvático del Atrato y Urabá y la vertiente oriental de la Cordillera Central (Idárraga, et.al., 2013).
- Región biogeográfica: Se encuentra en la región andina y pacífica (Murillo, 2001).
- Elevación: 0 a 1500 m.s.n.m. (Idárraga, et.al., 2013).
- Usos: no se ha reportado ninguno hasta el momento.

Análisis de Fitolitos:

Se encontraron dos morfotipos diferentes, representados y descritos en las siguientes tablas. Las proporciones fueron:

MORFOTIPOS VÁLIDOS		
	Frecuencia	Porcentaje
Amorfo favoso aserrado	80	80%
Amorfo elongado facetado poliedral	20	20%
Total	100	100%

Tabla 36. Morfotipos válidos para *Duguetia antioquiensis*.

Morfotipos					
AMORFO FAVOSO ASERRADO					
Descripción: la forma no es regular ni determinada, su superficie se conforma por la agrupación de diferentes polígonos aserrados redondeados que encajan entre sí como un rompecabezas.					
	N	Mínimo (µm)	Máximo (µm)	Media (µm)	Desviación estandar
Largo	10	192,634	239,698	209,7336667	26,03612414
Ancho	10	143,021	312,904	225,4333333	85,05438539

Tabla 37. Amorfo favoso aserrado *Duguetia antioquiensis*.

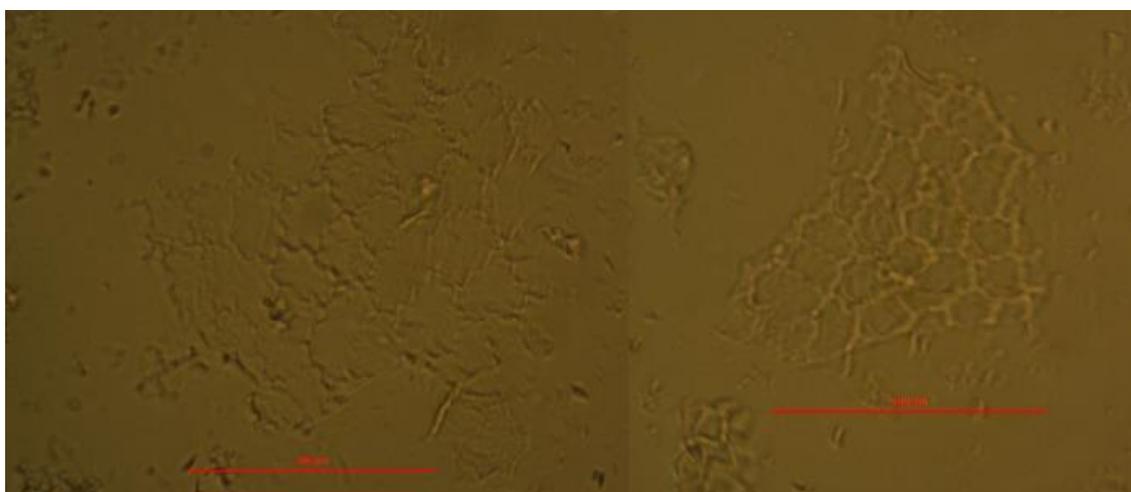


Ilustración 29. Amorfo favoso aserrado, *Duguetia antioquiensis*.

Morfotipos					
AMORFO ELONGADO FACETADO POLIEDRAL					
Descripción: no tiene una forma determinada pero tiende a ser más larga que ancha, la ornamentación esta recubierta por pequeñas superficies planas, geométricas sin una constancia en las mismas a diferencia de las superficies favosas cuyos polígonos tienden a ser simétricos.					
	N	Mínimo (µm)	Máximo (µm)	Media (µm)	Desviación estandar

Largo	10	177,412	388,78	252,393	118,3094691
Ancho	10	80,322	120,048	99,33966667	19,91689068

Tabla 38. Amorfo elongado facetado poliedral, *Duguetia antioquensis*.

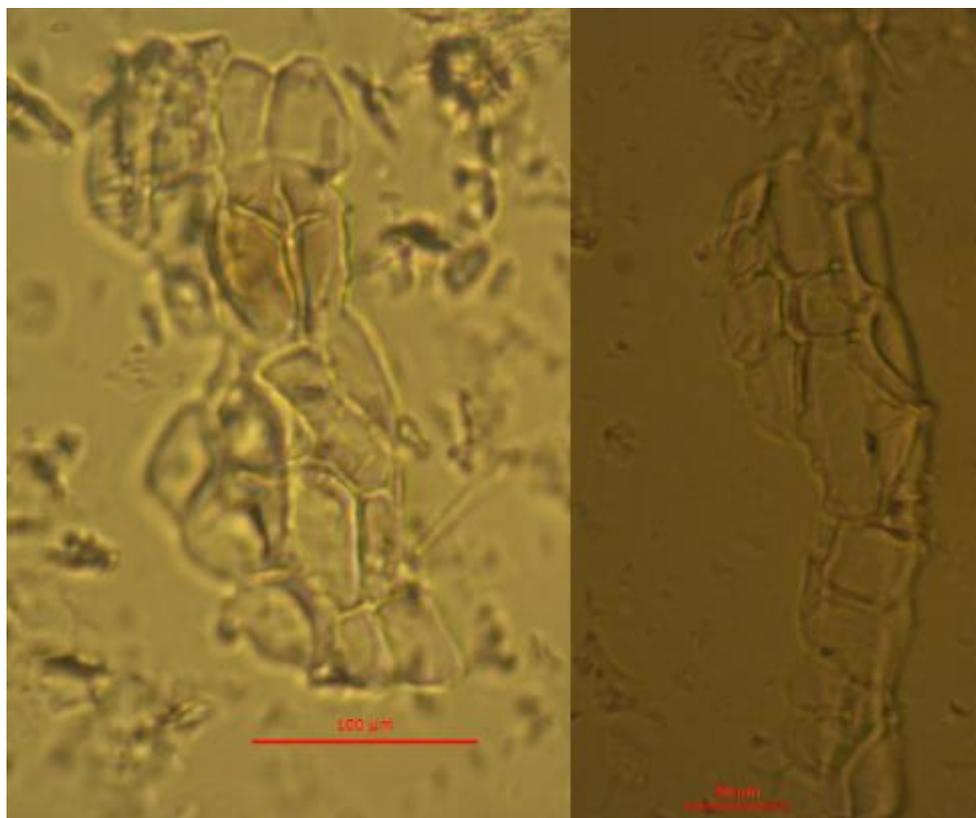


Ilustración 30. Amorfo elongado facetado poliedral. *Duguetia antioquensis*.

5.3.2. *Duguetia colombiana*

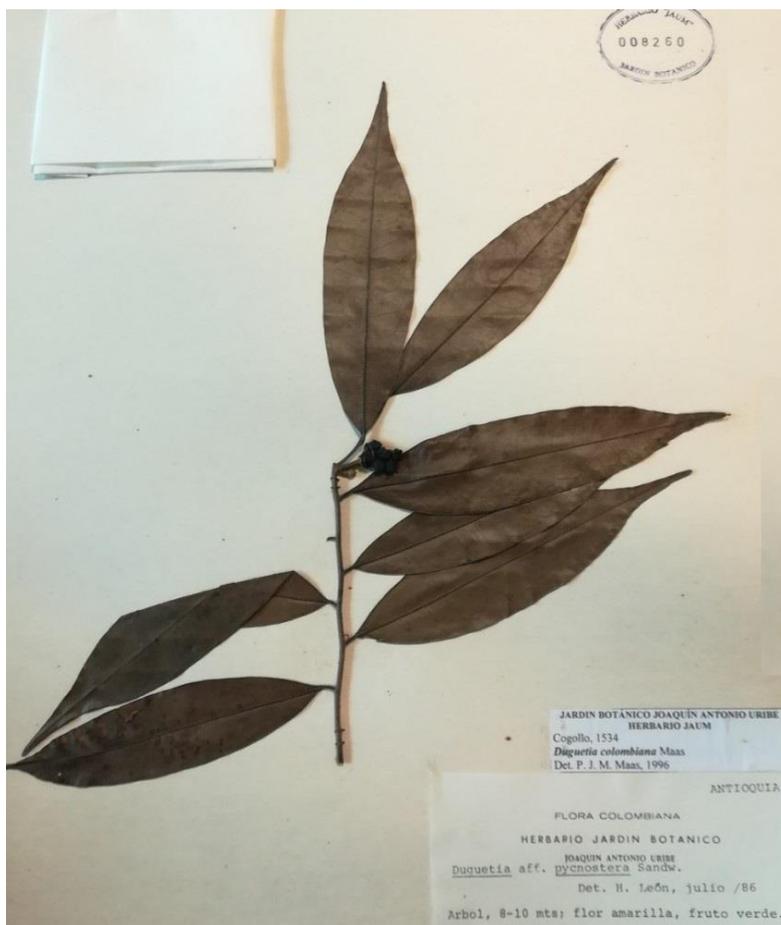


Foto 12. *Duguetia colombiana*. Muestra JAUM.

Familia: Annonaceae.

Género: *Duguetia*.

Especie: *colombiana* Maas.

Código de procesamiento: LARQPHR126.

Código de herbario: JAUM008260.

Parte procesada de la planta: Hoja.

Lugar de procedencia: San Luís, Antioquia.

Colector: Cogollo, A., 1984.

Descripción de la planta:

- Descripción taxonómica: Árbol de 5 a 17 metros de altura y entre 15 y 25 cm de diámetro. Presenta inflorescencia en los extremos de las ramas, de flores

amarillas. El fruto puede ser verde cuando está inmaduro o rojo cuando está maduro. Tanto las hojas como las flores son considerablemente pequeñas, en comparación con otras especies del género (Maas, et.al., 2003).

- Zona de vida: Bosque húmedo tropical y bosque muy húmedo tropical ((Idárraga, et.al., 2013).
- Región biogeográfica: Se puede encontrar en la región andina colombiana (Murillo, 2001).
- Elevación: 0 a 500 m.s.n.m. (Idárraga, et.al., 2013).

Usos: no se ha reportado ninguno hasta el momento.

Análisis de Fitolitos:

Fue una de las muestras que quedó con pequeña cantidad de fitolitos a pesar de que la hoja quemada equivalía a 0,2579 g.

Se encontraron dos morfotipos diferentes, representados y descritos en las siguientes tablas. Las proporciones fueron:

MORFOTIPOS VÁLIDOS		
	Frecuencia	Porcentaje
Polígono irregular psilado	32	32% %
Amorfo verrugoso	43	43%
Total	75	75%

Tabla 39. Morfotipos válidos para *Duguetia colombiana*.

Morfotipos					
AMORFO VERRUGOSO					
Descripción: no tiene una forma determinada o regular, y la superficie está cubierta por pequeños o medianos abultamientos sin un orden terminado.					
	N	Mínimo (µm)	Máximo (µm)	Media (µm)	Desviación estandar

Largo	10	139,91	250,284	181,67325	47,69056671
Ancho	10	164,255	302,843	213,508	63,54154454

Tabla 40. Amorfo verrugoso, *Duguetia colombiana*.

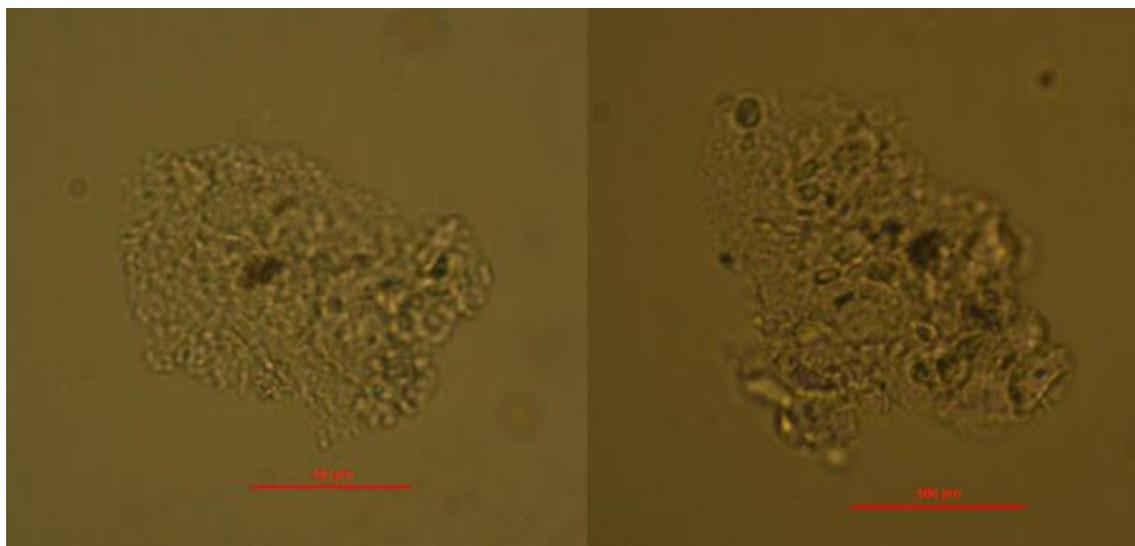


Ilustración 31. Amorfo verrugoso, *Duguetia colombiana*.

POLÍGONO IRREGULAR PSILADO					
Descripción: la forma no es definida, la superficie es semi suave.					
	N	Mínimo (µm)	Máximo (µm)	Media (µm)	Desviación estandar
Largo	10	51,445	168,46	110,78	50,92901438
Ancho	10	59,587	129,835	90,701	29,31451199

Tabla 41. Polígono irregular psilado, *Duguetia colombiana*.

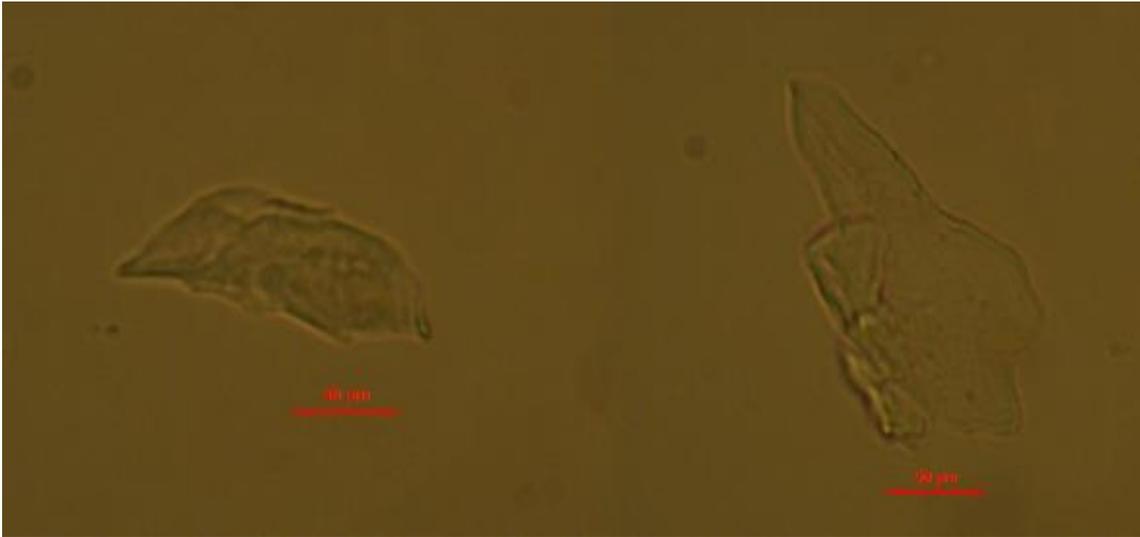


Ilustración 32. Polígono irregular psilado, Duguetia colombiana.

5.3.3. *Duguetia flaguellaris*

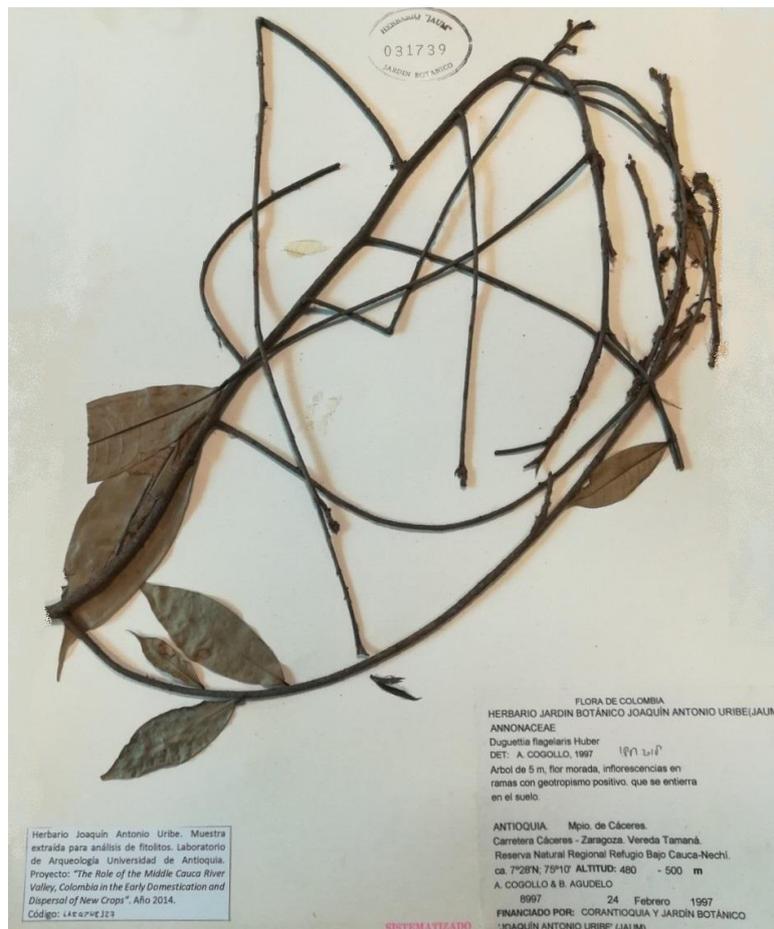


Foto 13. *Duguetia flaguellaris*. Muestra JAUM.

Familia: Annonaceae.

Género: *Duguetia*.

Especie: *flaguellaris* Hubber.

Nombre común: En Colombia se le llama *nagüü clavo*; en Perú: espintana, espintana amarilla o espintana negra; en Venezuela: palo de vara o vara; y en Brasil: amēju preto o caniceiro preto (Mass, et.al., 2003).

Código de procesamiento: LARQPHR127.

Código de herbario: JAUM31739.

Parte procesada de la planta: Hoja.

Lugar de procedencia: Municipio de Cáceres, Antioquia.

Colector: Cogollo, A. y Agudelo, B., 1997.

Descripción de la planta:

- Descripción taxonómica: Árbol o arbusto de entre 1,5 a 10 metros de alto y 2 a 10 cm de diámetro. Presenta inflorescencia con flores de colores rojizas a moradas, cuyos ovarios se ven densamente poblados por pelos estrellados. Los frutos de rosado a café igualmente se encuentran recubiertos por pelos. Mantiene una distribución continua ya que conserva una regeneración vegetativa en donde la dispersión más lejana es de 4 m de cualquier individuo de su misma especie, su especie conserva el equilibrio mediante la baja producción de frutos (Mass, et.al., 2003).
- Zona de vida: Bosque húmedo tropical y bosque muy húmedo tropical (Idárraga, et.al., 2013).
- Región biogeográfica: Según Mass, et.al., (2003) se puede encontrar desde Colombia hasta Bolivia, extendiéndose hasta llegar a Brasil.
- Elevación: 330 a 500 m.s.n.m. (Murillo, 2001).

Usos: “La raíz es utilizada por los Macunas, en la amazonía colombiana, como un ingrediente para el veneno de las flechas. Una bebida de la raspadura de la corteza interior es utilizada para curar las gargantas inflamadas” (Mass, et.al., 2003:116).

Análisis de Fitolitos:

Se encontraron tres morfotipos diferentes, representados y descritos en las siguientes tablas. Las proporciones fueron:

MORFOTIPOS VÁLIDOS		
	Frecuencia	Porcentaje
Amorfo favoso aserrado	48	48%
Amorfo verrugoso	34	34%
Elongado psilado	18	18%
Total	100	100%

Tabla 42. Morfotipos válidos de *Duguetia flaguellaris*.

Morfotipos					
AMORFO FAVOSO ASERRADO					
Descripción: la forma no es regular ni determinada, su superficie se conforma por la agrupación de diferentes polígonos aserrados redondeados que encajan entre sí como un rompecabezas.					
	N	Mínimo (μm)	Máximo (μm)	Media (μm)	Desviación estandar
Largo	10	108,702	384,875	195,24575	127,8304776
Ancho	10	86,654	282,418	174,35825	93,56459665

Tabla 43. Amorfo favoso aserrado. *Duguetia flaguellaris*.

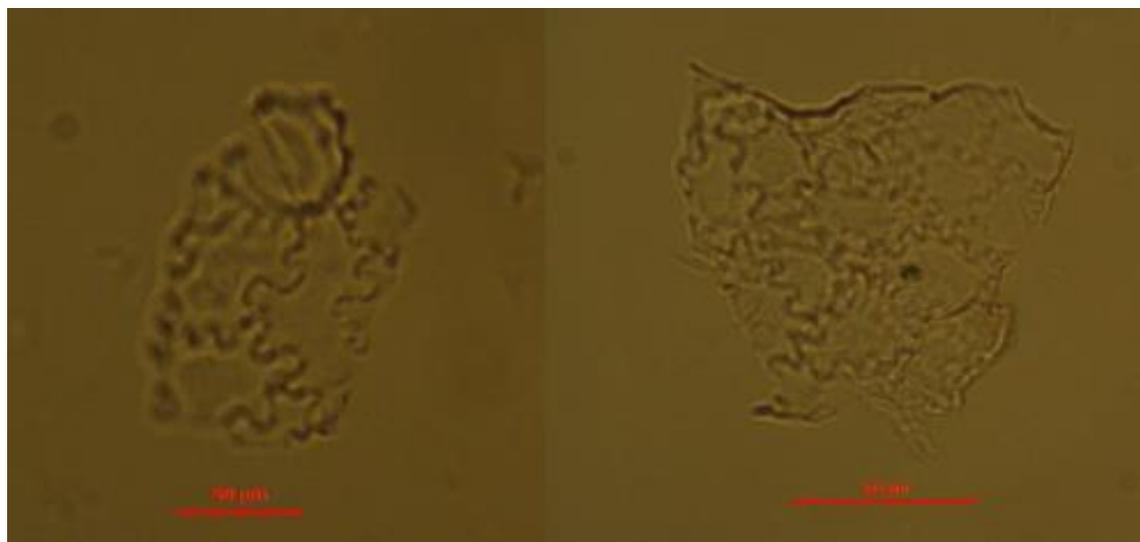


Ilustración 33. Amorfo favoso aserrado, *Duguetia flaguellaris*.

Morfotipos					
AMORFO VERRUGOSO					
Descripción: no tiene una forma determinada o regular, y la superficie está cubierta por pequeños o medianos abultamientos sin un orden terminado.					
	N	Mínimo (μm)	Máximo (μm)	Media (μm)	Desviación estandar

Largo	10	137,412	355,889	261,34575	96,53330063
Ancho	10	87,347	334,346	210,11175	109,6106896

Tabla 44. Amorfo verrugoso, *Duguetia flaguellaris*.

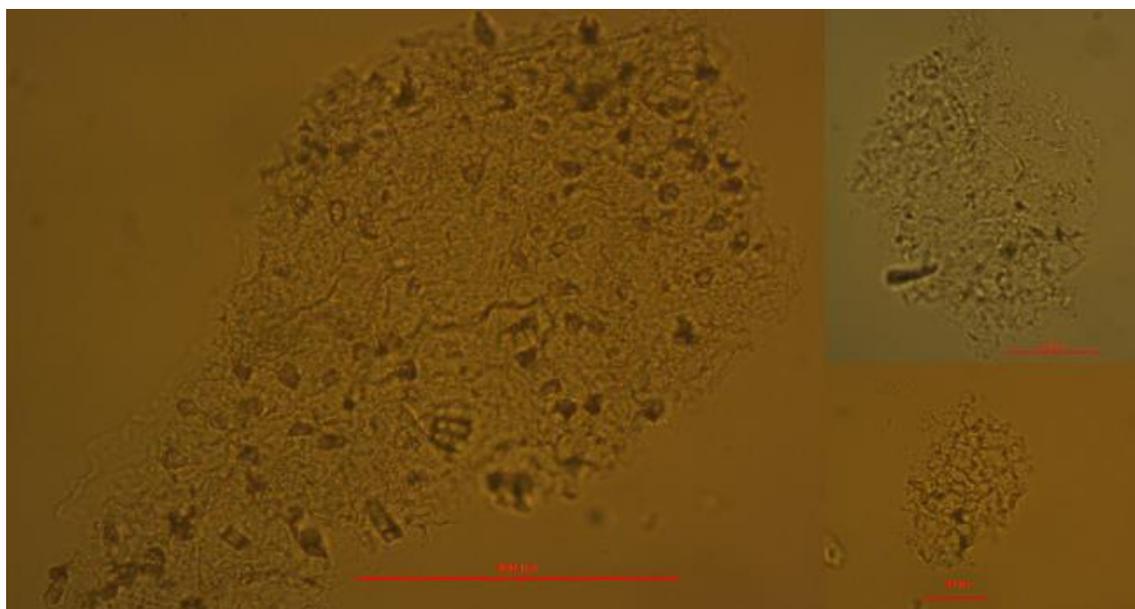


Ilustración 34. Amorfo verrugoso, *Duguetia flaguellaris*.

Morfotipos					
ELONGADO PSILADO					
Descripción: de forma más larga que ancha y superficie lisa.					
	N	Mínimo (μm)	Máximo (μm)	Media (μm)	Desviación estandar
Largo	10	54,782	84,739	72,13125	14,49183948
Ancho	10	12,671	20,47	17,63575	3,414043192

Tabla 45. Elongado psilado, *Duguetia flaguellaris*.

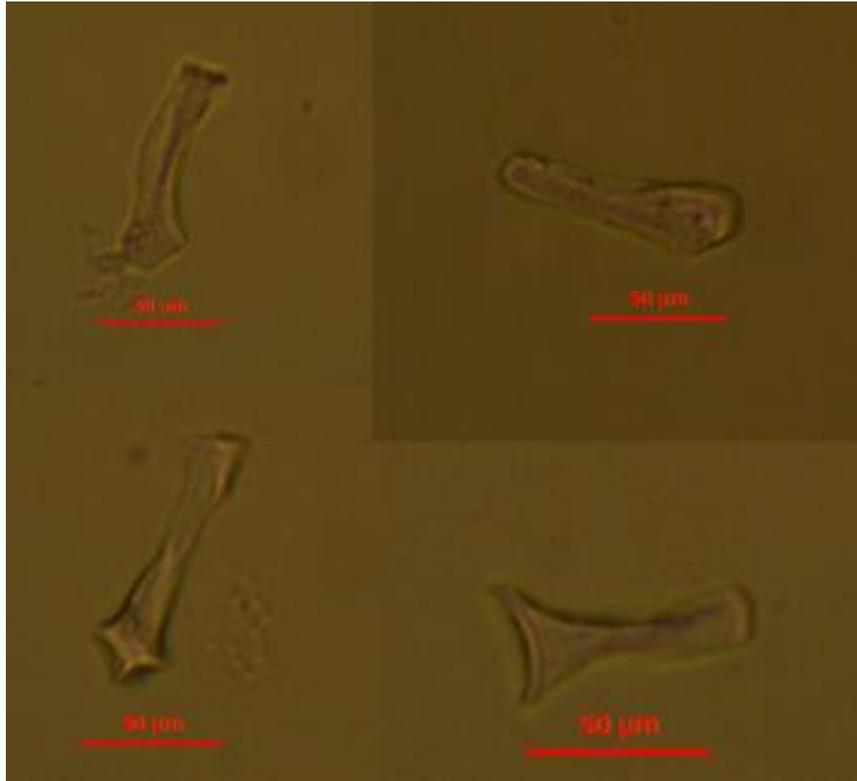


Ilustración 35. *Elongado psilado, Duguetia flagellaris.*

5.3.4. *Duguetia gentryi*

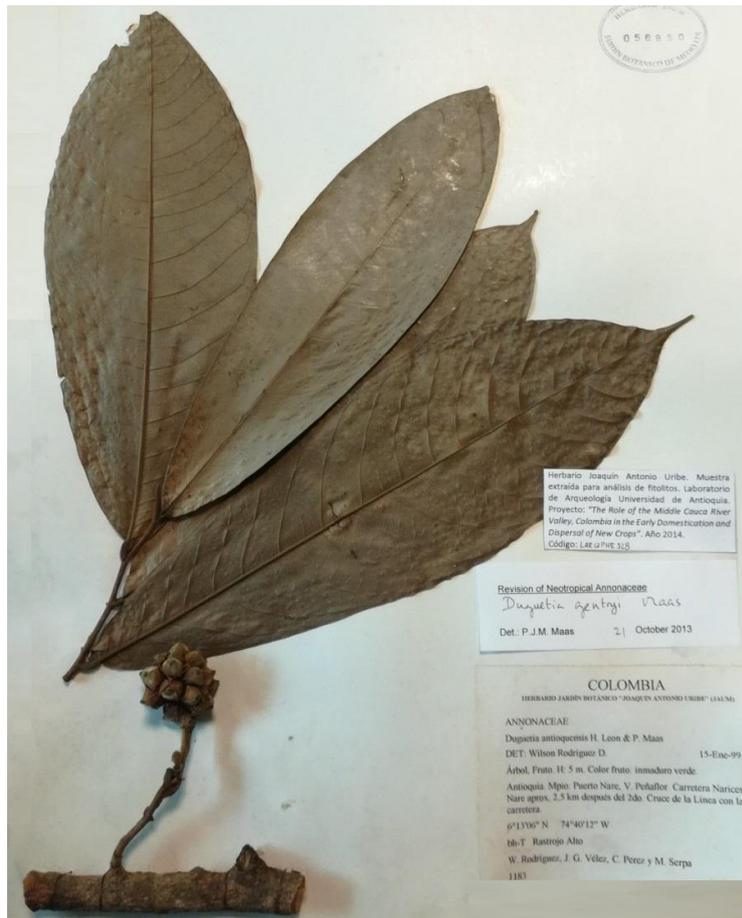


Foto 14. *Duguetia gentryi*. Muestra de JUAM.

Familia: Annonaceae.

Género: *Duguetia*.

Especie: *gentryi* Maas.

Código de procesamiento: LARQPHR128.

Código de herbario: JAUM56850.

Parte procesada de la planta: Hoja.

Lugar de procedencia: Municipio de Puerto Nare, Antioquia.

Colector: Rodríguez, W., Vélez, J. G., Pérez, C. y Serpa, M., 1998.

Descripción de la planta:

- Descripción taxonómica: Árbol de entre 13 y 15 metros de altura y 9 a 12 cm de diámetro. Tiene inflorescencia entre las hojas, florece entre junio y julio. El fruto

es verde y globular, y es visible durante el mes de septiembre. Las semillas son ovoides, café y brillantes (Maas, et.al., 2003).

- Zona de vida: Bosque húmedo tropical, se encuentra en el cañón y valle del Bajo Cauca (Idárraga, et. al., 2013).
- Región biogeográfica: Se encuentra entre Panamá y Colombia, es zonas que no se inundan del bosque lluvioso (Maas, et.al., 2003).
- Elevación: 100 a 400 m.s.n.m. (Maas, et.al., 2003).

Usos: no se ha reportado ninguno hasta el momento.

Análisis de Fitolitos:

Se encontraron tres morfotipos diferentes, representados y descritos en las siguientes tablas. Las proporciones fueron:

MORFOTIPOS VÁLIDOS		
	Frecuencia	Porcentaje
Amorfo favoso aserrado	56	56%
Elongado psilado	27	27%
Amorfo verrugoso	17	17%
Total	100	100%

Tabla 46. Morfotipos válidos para *Duguetia gentryi*.

AMORFO FAVOSO ASERRADO					
Descripción: la forma no es regular ni determinada, su superficie se conforma por la agrupación de diferentes polígonos aserrados redondeados que encajan entre sí como un rompecabezas.					
	N	Mínimo (µm)	Máximo (µm)	Media (µm)	Desviación estandar
Largo	10	147,139	252,459	205,1096	40,63352424
Ancho	10	123,64	389,422	241,7516	96,90710402

Tabla 47. Amorfo favoso aserrado, *Duguetia gentryi*.

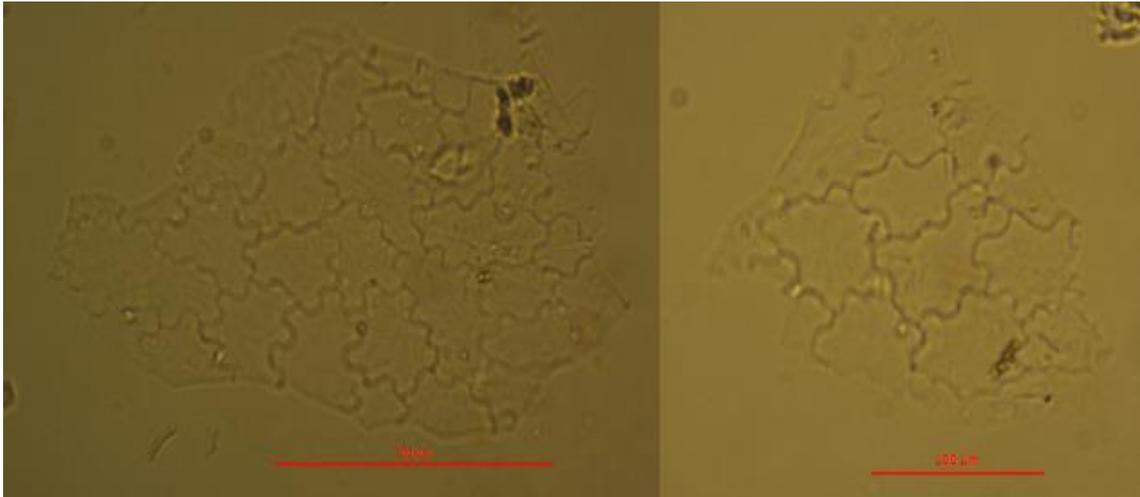


Ilustración 36. Amorfo favoso aserrado, *Duguetia gentryi*.

Morfotipos					
ELONGADO PSILADO					
Descripción: de forma más larga que ancha y superficie lisa.					
	N	Mínimo (μm)	Máximo (μm)	Media (μm)	Desviación estandar
Largo	10	81,73	106,182	94,8525	10,20233664
Ancho	10	17,14	35,995	24,86525	9,032247243

Tabla 48. Elongado psilado, *Duguetia gentryi*.



Ilustración 37. Elongado psilado, *Duguetia gentryi*.

Morfotipos					
AMORFO VERRUGOSA					
Descripción: no tiene una forma determinada o regular, y la superficie está cubierta por pequeños o medianos abultamientos sin un orden terminado.					
	N	Mínimo (μm)	Máximo (μm)	Media (μm)	Desviación estandar
Largo	10	137,119	371,395	261,9335	96,78333807
Ancho	10	178,406	416,265	257,2945	107,7556708

Tabla 49. Amorfo verrugoso, *Duguetia gentryi*.

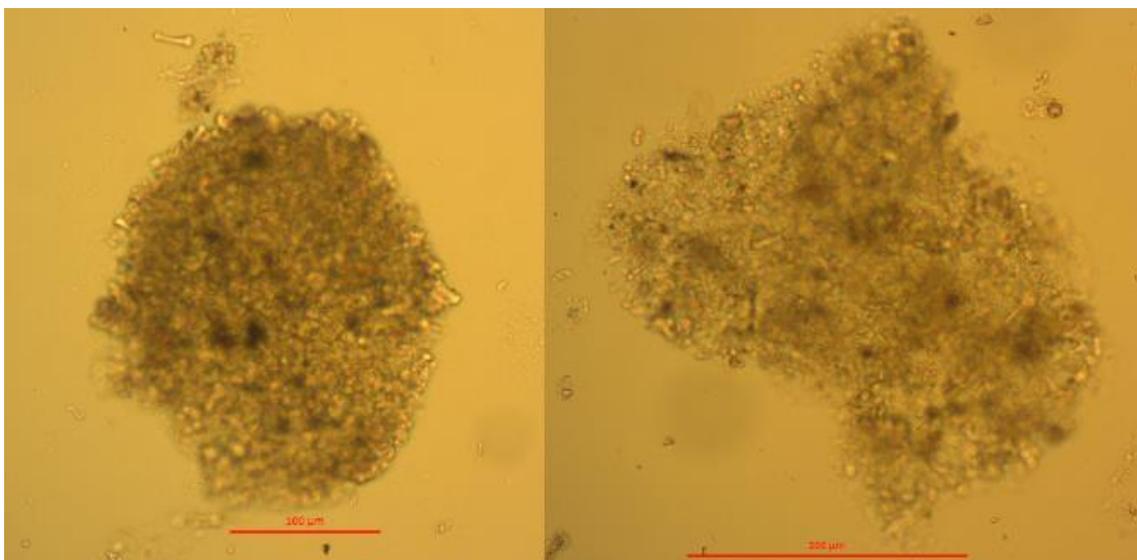


Ilustración 38. Amorfo verrugoso, *Duguetia gentryi*.

5.3.5. *Duguetia vallicola*

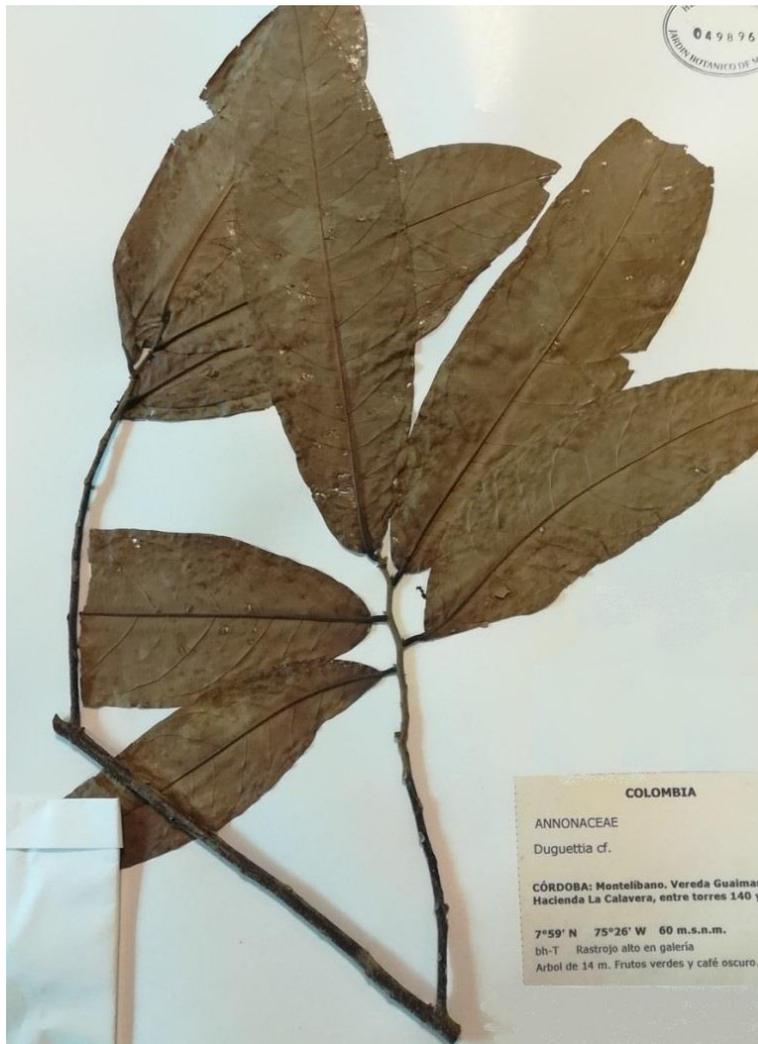


Foto 15. *Duguetia vallicola*. Muestra JAUM.

Familia: Annonaceae.

Género: *Duguetia*.

Especie: *vallicola* J. F. Macbr.

Nombre común: En Colombia se le llama también yaya o yaya pino; en Panamá: guanábana, torete de monte, yaya o yaya laguna; en Venezuela se le conoce como chirimoyo (Maas, et.al., 2003:217).

Código de procesamiento: LARQPHR129.

Código de herbario: JAUM37843.

Parte procesada de la planta: Hoja.

Lugar de procedencia: Montelíbano, Córdoba.

Colector: Gutiérrez, C., Idárraga, A., López, C y Duque, A., 1997.

Descripción de la planta:

- Descripción taxonómica: Árboles o arbustos de entre 7 y 25 metros de alto y 10 a 30 cm de diámetro. Las frutas son en estado inmaduro verde y se tornan rojizas a medida que maduran, son aromáticas y la pulpa alrededor de las semillas es a veces consumida (Maas, et.al., 2003).
- Zona de vida: Bosque húmedo tropical, entre el Atrato y Urabá (Idárraga, et. al., 2013).
- Región biogeográfica: Se encuentra entre Panamá, Colombia (región caribe, andina y pacífica) y Venezuela (Maas, et.al., 2003; Murillo, 2001).
- Elevación:

Usos: Si bien es comestible y la madera es utilizada gracias a su dureza por las comunidades indígenas en Colombia (Maas, et.al., 2003), las investigaciones que se llevan a cabo sobre las propiedades químicas que de las *duguetias* en los últimos años, han impulsado el uso de las hojas de esta planta como antioxidante natural por varias industrias (Arango, et.al., 2004).

Análisis de Fitólitos:

La muestra quedó con muy poca cantidad de fitólitos tras el procedimiento. Se encontraron dos morfotipos diferentes, representados y descritos en las siguientes tablas. Las proporciones fueron:

MORFOTIPOS VÁLIDOS		
	Frecuencia	Porcentaje
Amorfo verrugoso	46	87%
Amorfo favoso redondeado	7	13%%
Total	53	100%

Tabla 50. Morfotipos válidos para *Duguetia vallicola*.

Morfotipos					
AMORFO VERRUGOSA					
Descripción: no tiene una forma determinada o regular, y la superficie está cubierta por pequeños o medianos abultamientos sin un orden terminado.					
	N	Mínimo (μm)	Máximo (μm)	Media (μm)	Desviación estandar
Largo	10	123,287	383,103	254,9615	111,0012899
Ancho	10	147,438	381,995	223,3855	106,9932909

Tabla 51. Amorfo verrugoso, *Duguetia vallicola*.

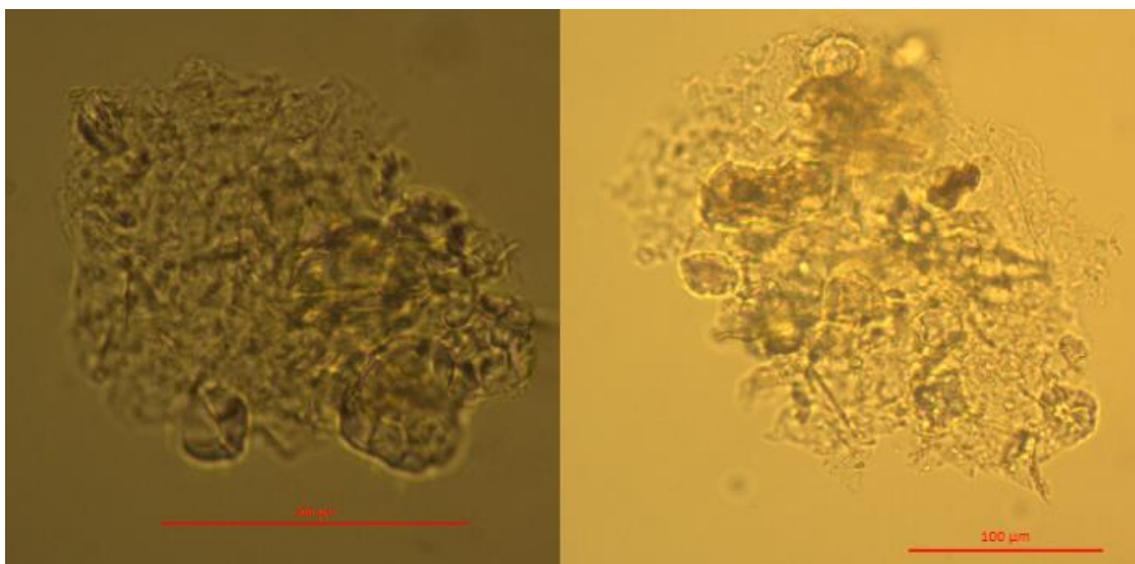


Ilustración 39. Amorfo verrugoso, *Duguetia vallicola*.

Morfotipos					
AMORFO FAVOSO REDONDEADO					
Descripción: no tiene una forma determinada, con superficie cubierta por formas redondeadas en contacto unas con otras.					
	N	Mínimo (μm)	Máximo (μm)	Media (μm)	Desviación estandar
Largo	7	100,92	287,141	183,57025	90,11381141

Ancho	7	80,322	216,989	135,1505	58,15786731
--------------	---	--------	---------	----------	-------------

Tabla 52. Amorfo favoso redondeado, *Duguetia vallicola*.

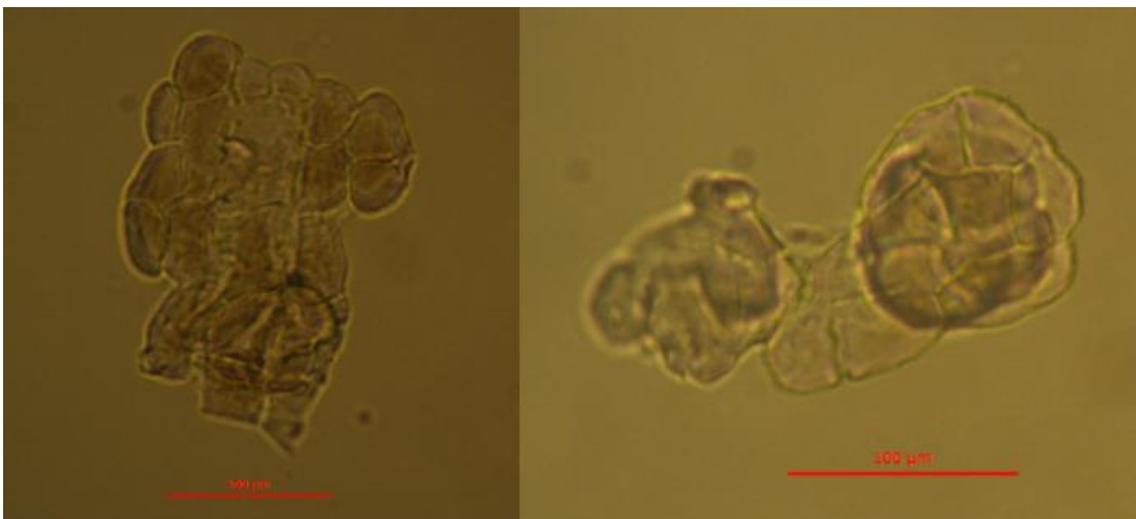


Ilustración 40. Amorfo favoso redondeado, *Duguetia vallicola*.

6. RESULTADOS OBTENIDOS: ANÁLISIS DE MORFOTIPOS

Según la forma y la textura u ornamentación de cada fitolito, se realizó la identificación y clasificación de los diferentes morfotipos para la muestra de plantas utilizada de la familia Annonaceae. Los términos específicos con los cuales se nombró cada morfotipo, se pueden encontrar en El código Internacional para la nomenclatura de fitolitos 1.0 de Madella, et. al. (2005). Todos los morfotipos mencionados están descritos e ilustrados en el capítulo anterior.

Para el taxón familia se encontraron 12 morfotipos, los cuales aparecen en el siguiente diagrama.

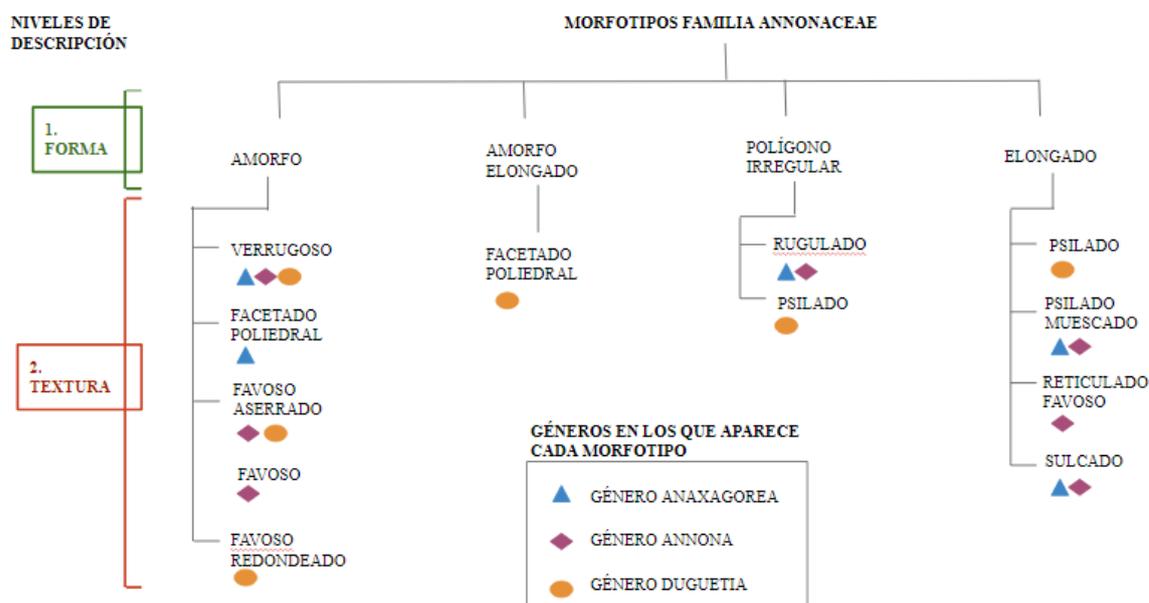


Gráfico 1. Morfotipos familia Annonaceae

Morfotipos de la familia Annonaceae

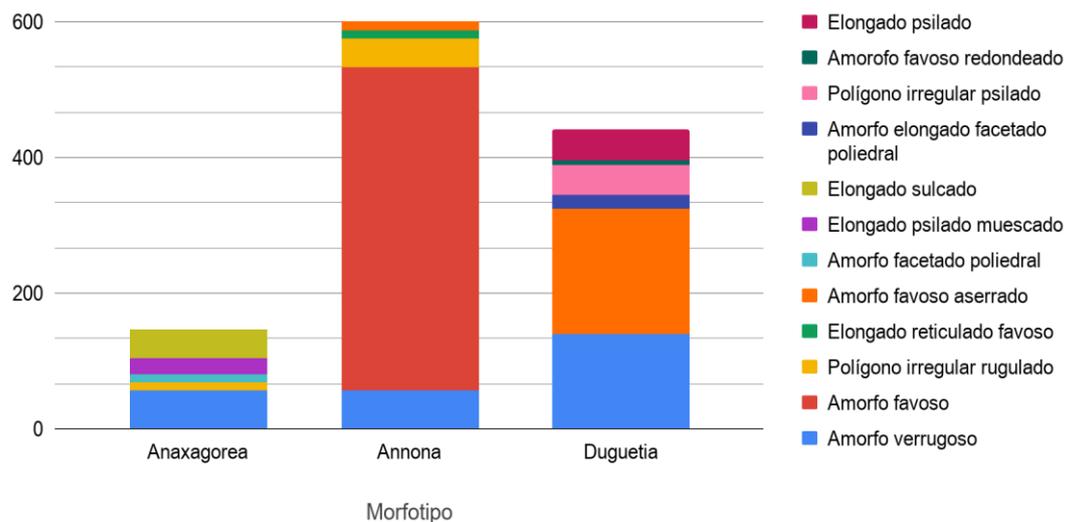


Gráfico 2. Morfotipos familia Annonaceae

Los porcentajes de aparición de cada morfotipo para la familia de mayor a menor fueron: amorfo favoso y elongado psilado muescado con un 29,07%, amorfo verrugoso común a toda la familia con un 15,35%, amorfo favoso aserrado con un 12%; luego siguen porcentajes menores desde un 3,29% para polígono irregular rugulado, seguido de elongado psilado con y polígono irregular psilado con un 2,74%, 2,56% para elongado sulcado, 1,19% para amorfo elongado facetado poliedral, 0,79% para amorfo facetado poliedral y finalmente con 0,47% amorfo favoso redondeado.

6.1. Género Anaxagorea

Para el género Anaxagorea, se encontraron 5 morfotipos diferentes, distribuidos entre las 4 especies estudiadas, los cuales son: amorfo verrugoso (38,36%), polígono irregular rugulado (33,97%), elongado psilado muescado (14,52%), elongado sulcado (11,51%) y amorfo facetado poliedral (1,64%). De los cuales amorfo facetado solo aparece en muy baja proporción en la especie Anaxagorea acuminata. Amorfo verrugoso, elongado psilado muescado y elongado sulcado son comunes a 3 de las 4 especies, debido a que Anaxagorea crassipetala presenta el 100% de sus fitolitos como polígonos irregulares rugosos, aumentando exponencialmente la representación de este morfotipo para el género.

Debido a la excepcionalidad de *Anaxagorea crassipetala*, el morfotipo que más recurrencia tiene es amorfo verrugoso.

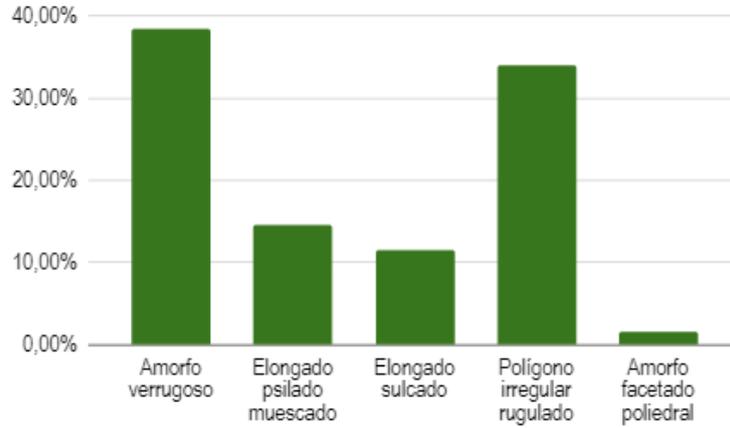


Gráfico 3. Morfotipos género *Anaxagorea*.

6.2. Género *Annona*

Para el género *Annona* se encontraron 5 morfotipos, 2 de los cuales se comparten con el género *Anaxagorea*: amorfo verrugoso y polígono irregular rugulado, los cuales para las *annonas* tienen un porcentaje de aparición de 9,3% y 7% respectivamente.

De las 6 especies analizadas todas tienen el morfotipo amorfo favoso y 4 de este género presentaron solo este morfotipo, convirtiéndolo en el más recurrente para la taxa con un 79,5% de ocurrencia.

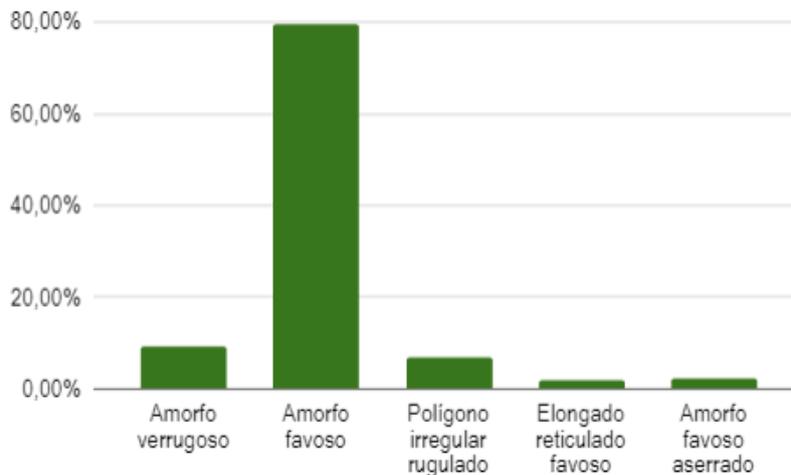


Gráfico 4. Morfotipos género *Annona*.

Los otros morfotipos fueron: elongado reticulado favoso (2%) y amorfo favoso aserrado (2,17%).

6.3. Género *Duguetia*

Para este género se encontraron 4 nuevos morfotipos: amorfo elongado facetado poliedral (4,7%), polígono irregular psilado (7,47%), amorfo favoso redondeado (1,6%) y elongado psilado (10,51%).

Además comparte con el género *Annona* el morfotipo Amorfo favoso aserrado, presenten en las *Duguetias* con un 43% en comparación con el 2,17% con el que aparece para las *Annonas*.

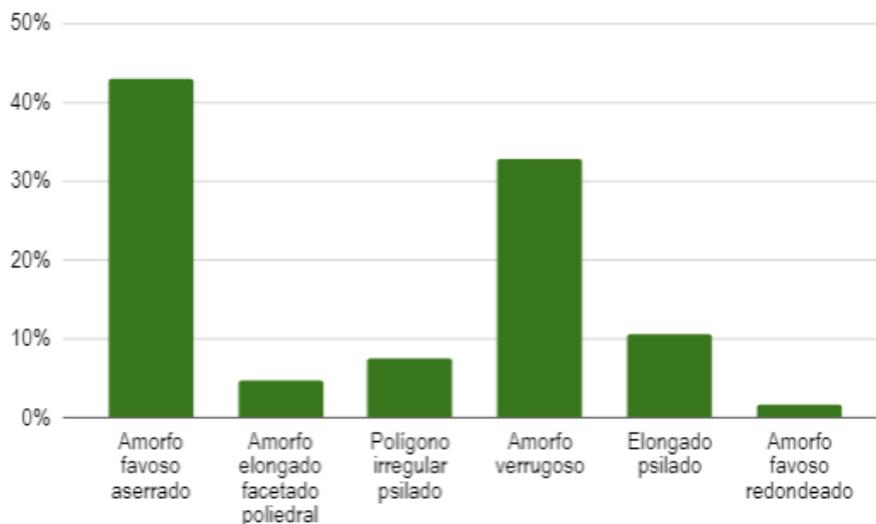


Gráfico 5. Morfotipos género *Duguetia*.

Y finalmente el morfotipo amorfo verrugoso con un 32,71%, presente en toda la familia.

6.4. Morfotipo

Amorfo verrugoso fue el único morfotipo que se repitió en todos los géneros con diferentes proporciones: 38,35% para *Anaxagorea*, 9,3% para *Annona* y 32,71% para *Duguetia*, sin embargo no es común a todas las especies, ya que no aparece en las *Annonas exsucca*, *hayesii*, *mucosa* y *quinduensis*, por lo que no se puede afirmar que sea diagnóstico para familia.

Polígono irregular rugulado aparece tanto para *Anaxagorea* como para *Annona*, por lo que no se considera indicativo para especie ni para género.

Amorfo favoso aserrado si bien aparece tanto para *Annona* como para *Duguetia*, la representación que tiene para este último considerable, siendo el 43% total de los morfotipos para el género *Duguetia*, sin embargo especies como *Duguetia vallicola* o *Duguetia colombiana* no presentan este morfotipo, por lo que tampoco se puede considerar como indicativo para género.

Aquellos morfotipos que aparecieron sólo en *Anaxagorea*, fueron: amorfo facetado poliedral, elongado sulcado y elongado psilado muescado. Pero ninguno de ellos se repite en todas las especies, por lo que tampoco se reconoce ninguno de ellos como diagnóstico para el género. Los siguientes morfotipos se consideran como indicativos para especie, debido a que no aparecen en ninguna otra de las especies analizadas: amorfo facetado poliedral que aparece para *Anaxagorea acuminata* con un 6%; elongado sulcado tiene el segundo porcentaje más alto dentro de *Anaxagorea allenii*, con un 27,7%, justo después de amorfo verrugoso con un 35,4%. Y elongado psilado muescado, presente solo en *Anaxagorea brevipes* presente en un 23% en la muestra total.

Para el género *Annona* el morfotipo amorfo favoso, es diagnóstico para familia, todas las especies presentaron este morfotipo con mínimo un 38% de incidencia, y las especies *Annona exsucca*, *Annona hayesii*, *Annona mucosa* y *Annona quinduensis* presentaron solo este morfotipo con una cantidad excepcional. Los otros 2 morfotipos de muy baja incidencia para el género fueron Elongado reticulado favoso, indicativo para *Annona cherimolioides* debido a que sólo se encontró en esta especie con un 12% dentro de la muestra en total. Y amorfo facetado aserrado, común con el género *Duguetia*.

Finalmente para el género *Duguetia* no existe ningún morfotipo común a todas las especies, a pesar de las cantidades que se presentan de amorfo verrugoso y amorfo favoso aserrado. Otros morfotipos presentes sólo en algunas especies, convirtiendolos en indicativos para especie son: amorfo elongado facetado poliedral presente solo para *Duguetia antioquensis* con un porcentaje del 20%, para *Duguetia colombiana*, polígono irregular psilado con un 32% y amorfo favoso redondeado para *Duguetia vallicola*.

Para muestras arqueológicas es importante tener en cuenta que ninguno de los morfotipos descritos que aparecen en una sola especie, puedan explicar la presencia de esa planta en particular, sin embargo los morfotipos amorfo verrugoso y polígono irregular rugulado, pueden sugerir la presencia de la familia debido a la redundancia interna, especialmente para los géneros *Annona* y *Anaxagorea*.

7. CONSIDERACIONES FINALES

Desde el momento en que se recolectan las plantas es importante tener algunas consideraciones que podrían afectar el resultado final, primero que aquellas plantas que se tomen de los herbarios deben ser recolectadas utilizando guantes de nitrilo, evitando cualquier posible contaminación.

Además es importante tener en cuenta el peso mínimo de la muestra a quemar, debido a que la cantidad final de fitolitos está relacionada, aunque no siempre, con esta variable. Consideremos por ejemplo que si bien de la especie *Duguetia vallicola* se quemó inicialmente con un peso de 0,2212g, y antes del baño ácido su peso era de 0,0123g, fue la especie con menor cantidad de fitolitos neta. Mientras que *Anaxagorea brevipes* de la que sí se lograron contar 100 fitolitos, se quemó con un peso inicial de 0,0244g, y al iniciar la eliminación de todo material orgánico restante su peso era de 0,0002g; demostrando que cada especie puede reaccionar diferente al mismo procedimiento.

Se encontraron 12 morfotipos en la familia Annonaceae, de los cuales amorfo verrugoso es común a los tres géneros analizados, pero no llega a ser diagnóstico para la familia debido a que no se encuentra en algunas de las especies del género *Annona*. El único morfotipo que se pudo identificar como diagnóstico para un género fue amorfo favoso para las *Annonas*, ya que fue común a todas las especies analizadas de este género. Para el género *Duguetia* el morfotipo amorfo favoso aserrado es el más común, aunque aparece también en la especie *Annona cherimolioides*. Para el género *Anaxagorea* ningún morfotipo es indicativo, pero elongado psilado aparece en 3 de las 4 especies analizadas.

Para *Anaxagorea acuminata* se encontró el morfotipo amorfo facetado poliedral como único presente para la especie, así mismo elongado sulcado en *Anaxagorea allenii* y elongado psilado muescado en *Anaxagorea brevipes*. Para el género *Annona*, el único morfotipo que se pudo identificar como indicativo de especie fue elongado reticulado favoso para *Annona cherimolioides*. Dentro de las *Duguetias* 3 especies presentaron un morfotipo único para cada especie: amorfo elongado facetado poliedral para *Duguetia*

antioquiensis, polígono irregular psilado para *Duguetia colombiana* y amorfo favoso redondeado para *Duguetia vallicola*.

Las expectativas sobre las colecciones de referencia de microbotánica en un país como Colombia pueden ser altas, ya que contamos con gran diversidad de especies vegetales y tipos de ecosistemas. Es entonces importante que la Colección de referencia de fitolitos del Laboratorio de Arqueología de la Universidad de Antioquia siga creciendo y en la medida de que se amplíe se refine la información sobre los diferentes morfotipos, así como que se relacione esta información con los posibles usos y prácticas que se le den a las plantas, pero es importante también resaltar que las plantas no útiles para los seres humanos pueden ser indicadores importantes de otros fenómenos y por lo mismo, es importante tenerlas en consideración.

BIBLIOGRAFÍA

- Aceituno, J., Loaiza, N., Delgado, M. E. y Barrientos, G. (2012). The initial human settlement of Northwest South America during the Pleistocene/Holocene transition: Synthesis and perspectives. *Quaternary International*, XXX, 1-11.
- Aceituno, J. y Loaiza, N. (2014). Early and middle evidence for plant use and cultivation in the Middle Cauca River Basin, Cordillera Central (Colombia). *Quaternary Science Reviews*, 86, 49-62,
- Aceituno, J. y Loaiza, N. (2015). The role of plants in the early human settlement of Northwest South America. *Quaternary International* 363, 20-17.
- Albert, R. M. y Madella, M. (2009). Perspectives on phytolith research: 6th International meeting on phytolith research. *Quaternary International* (193), 1-2.
- Albert, R. M. y Portillo, M. (2014). Aportaciones de los estudios de fitolitos en la prehistoria: formación, metodología y casos de estudio. *Treballs d'Arqueologia* 20, 79-93.
- Alexandre, A. y Brémond, L. (2009). Comment on the paper in *Quaternary International*: "Methodological concerns for analysis of phytolith assemblages: Does count size matter?" (C.A.E. Strömberg). *Quaternary International*. (193), 141-142.
- Amaral, E.A., Cabral, A., Gnaedinger, S.C., Riker, S.R., da Cruz F.J. y Batista, M. (2017). First record of Annonaceae wood for the neogene of South America, Amazon Basin, Brazil. *Brazilian Journal of Geology*. 47 (1). Marzo 2017. 95-108.
- Amasifuen, C. A. y Zárate, R. (2005). *Composición taxonómica, ecológica y periodo de floración de plantas leñosas "dicotiledóneas" en dos tipos de bosque del fundo UNAP (km 31.5 carretera Iquitos-Nauta, Loreto Perú)* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de la Amazonía peruana, Iquitos.
- Arango, O., Pérez, E., Granados, H., Rojano, B. y Sáez, J. (2004). *Inhibición de la peroxidación lipídica y capacidad atrapadora de radicales libres de alcaloides aislados de dos Annonaceae Xylopia amazonica y Duguetia vallicola*. *Actual biol* 26(81). 105-110.
- Archila, S. (2008). Modelos teóricos en Suramérica: enfoques críticos desde la arqueobotánica regional. En: Archila, S., Giovannetti, M. y Lema, V. (Ed.), *Arqueobotánica y teoría arqueológica: discusiones desde suramérica*. (pp.65-97). Bogotá: Ediciones Uniandes.

- Arrazola G., Barrera J., 2013. *Determinación física y bromatológica de la guanábana cimarrona (Annona glabra L.) del departamento de Córdoba*. ORINOQUIA. Universidad de los Llanos. Vol. 17. N°.2. 13-20.
- Bobrov, A. A., Bobrova, E. K. y Alexeev, Ju. E. (2001). Biogenic silica in biosystematics potential uses. En: Meunier, J. D., Colin, F. (Ed.), *Phytoliths: Applications in earth sciences and human history*. (pp. 279-288). Lisse, Holanda: A.A. Balkema Publishers.
- Borba-Roschel, M., Alexandre, A., Drummond, A., Meunier, J. D., Chicarino, C. A. y Colin, F. (2006). Phytoliths as indicators of pedogenesis and paleoenvironmental changes in the Brazilian cerrado. *Journal of geochemical exploration*, 88, 172-176.
- Bowdery, D., Hart, D. M., Lentfer, C. y Wallis, L. A. (2001). A universal phytolith key. En: Meunier, J. D., Colin, F. (Ed.), *Phytoliths: Applications in earth sciences and human history*. (pp. 267-278). Lisse, Holanda: A.A. Balkema Publishers.
- Bueno M. L., Pennington, R. T., Dexter, K. G., Yoshino, L. H., Pontara, V., Mesquita, D., Ratter, J. A., Teixeira, A. (2017). Effects of Quaternary climatic fluctuations on the distribution of Neotropical savanna tree species. *Ecography* 40, pp.403-414.
- Cabrera, I. 2005. *Las plantas y sus usos en las Islas de Providencia y Santa Catalina*. Ed. Universidad del Valle. Cali, Colombia.
- Cardona L.C. y Monsalve C.A. (2009). *Evidencias paleoecológicas del manejo del bosque subandino. Ocupaciones durante el Holoceno en la cuenca media del río Porce (Antioquia, Colombia)*. Boletín de Antropología. Universidad de Antioquia. Vol. 23, N° 40, pp.229-259.
- Castillo, N., Aceituno, J., García, D. P., Forero, J. C. y Gutiérrez, J. (2000). *Entre el Bosque y el río: 10000 años de historia en el valle medio del río porce*. Medellín: Empresas Públicas de Medellín.
- Croat, T. B., (1978). *Flora of Barro Colorado Island*. California: Stanford University Press.
- Endress, P. y Armstrong, J. (2011). Floral development and floral phyllotaxis in *Anaxagorea* (Annonaceae). *Annals of Botany* 108. pp. 835-845.
- Grantner, M. M. y Chevrette, J. (2013). *Dictionary of trees, Volume 2: South America. Nomenclature, taxonomy and ecology*. Academic Press.
- Gottsberger, G. (2016). The reproductive biology of early-divergent genus *Anaxagorea* (Annonaceae), and its significance for the evolutionary development of the family. *Acta Botanica Brasilica* 30 (2), pp. 313-325.

- Hart, T. C. (2011). Evaluating the usefulness of phytoliths and grains found on survey artifacts. *Journal of archaeological science* (XXX), 1-10.
- Horrocks, M., Irwin, G. J., McGlone, M. S., Nichol, S. L. y Williamns, L. J. (2003). Pollen, phytoliths and diatoms in prehistoric coprolites from Kohika, Bay of Plenty, New Zealand. *Journal of archaeological Science* 30, 13-20.
- Idárraga, A., Ortiz, R., Callejas, R. y Merello, M. (2013). *Flora de Antioquia. Catálogo de las plantas vasculares. Vol. II*. Bogotá, Colombia: Editorial D’Vinni.
- Kealhofer, L., Torrence, R. y Fullagar, R., (1999). Integrating phytoliths within use-wear/residue studies of Stone tools. *Journal of archaeological science*, 26, 527-546.
- Kremer, B. P. (2012). *ABD del microscopio: estructuras, funcionamiento y preparaciones, paso a paso*. Editorial Panamericana.
- Kosztura, M. (2015). *Colección de referencia de fitolitos de la familia cucurbitaceae y del género Guadua para la identificación en contextos arqueológicos* (Tesis de pregrado). Universidad de Antioquia, Medellín.
- Lalueza, C., Pérez, A. y Juan, J. (1994). Dietary information throuht the examination of plant phytoliths on the enamel Surface of human dentition. *Journal of archaeological science*, 21, 29-34,
- Maas, P. J. M. y Westra, L. Y. Th. (1984). Studies in Annonaceae. II A monograph of the genus Anaxagorea A. St. Hil. Part 1. *Bot. Jahrb. Syst* 105 (1), 73-134.
- Maas, P., Westra, L. Y. Th. y Chatrou, L. (2003). Duguetia (Annonaceae). *Flora Neotropica*, vol 88, sep 9. 1-274.
- Madella, M., Alexandre, A. y Ball, T. (2005). International code for Phytolith Nomenclature 1.0. *Annals of Botany*, (96), 253-260.
- Middleton, W. D. y Rovner, I. (1994). Extraction of opal phytoliths from herbivore dental calculus. *Journal of archaeological science* 21, 469-473.
- Missouri Botanical Garden (1955). *Annals of the Missouri Botanical Garden (Volume XLII)*. Recuperado de: <https://www.biodiversitylibrary.org/page/26841579#page/1/mode/1up>
- Monsalve, C. A. (2000). Catálogo Preliminar de Fitolitos Producidos por Algunas Plantas Asociadas a las Actividades Humanas en el Suroeste de Antioquia, Colombia. *Crónica Forestal y del Medio Ambiente* (15), 63-119.

- Morcote G., Giraldo D. y Raz L., (2015). *Catálogo Ilustrado de Fitolitos Contemporáneos con énfasis arqueológico y paleoecológico. I. Gramíneas Amazónicas de Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Morcote, G., Bernal, R. y Raz, L., (2016). Phytoliths as a tool for archaeobotanical, paleobotanical and paleoecological studies in Amazonian palms. *Botanical Journal of the Linnean Society*, pp. 1-13.
- Mulholland, S. C. y Prior, C. (1993). AMS radiocarbon dating of phytoliths. En: Pearsall, D. M. y Piperno, D. R. (Ed), *Current research in phytolith analysis: applications in archaeology and paleoecology*. (pp. 21-24). Philadelphia, Estados Unidos: Museum Applied Science Center for Archaeology (MASCA).
- Murillo, J. (2001). Las annonaceae de Colombia. *Biota de Colombia* 2 (1), 49-58.
- Novello, A., Barboni, D., Berti-Equille, L., Mazur, J. C., Poilecot, P. y Vignaud, P. (2012). Phytolith signal of aquatic plants and soils in Chad, Central Africa. *Review of Paleobotany and palynology* 178, 43-58.
- Ocampo D.M., Ocampo R. 2006. Bioactividad de la Familia Annonaceae. *Revista Universidad de Caldas*. Vol.26 N.1-2 Enero-Diciembre 2006.
- Pearsall, D. M. (1989). *Paleoethnobotany. A handbook of procedures*. Segunda edición. San Diego, California: Academic Press.
- Pearsall, D. M. (1993). Contributions of phytolith analysis for reconstructing subsistence: examples from research in Ecuador. En: Pearsall, D. M. y Piperno, D. R. (Ed), *Current research in phytolith analysis: applications in archaeology and paleoecology*. (pp. 109-122). Philadelphia, Estados Unidos: Museum Applied Science Center for Archaeology (MASCA).
- Pearsall, D. (1994). Investigating New World tropical agriculture: contributions from phytolith analysis, in reevaluation of the evidence. *American antiquity*, 55, 324-337.
- Pearsall, D. (1995). "Doing" paleoethnobotany in the tropical lowlands: adaptation and innovation in methodology. En: Stahl P. (Ed), *Archeology in the lowland American tropics: current analytical methods and recent applications*. (pp. 113-129). Cambridge, UK. Cambridge University Press.
- Pearsall, D. y Chandler.Ezell, K. (2017). Informe del análisis de muestras de fitolitos del Valle del Cauca. *Boletín de arqueología* (26), 62-88.

- Piperno, D. (2006). *Phytoliths: A comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists*. Altamira press.
- Piperno, D. (2015). Teosinte before domestication: experimental study of growth and phenotypic variability in late pleistocene and early holocene environments. *Quaternary International*, 363: 65-77.
- Posada, W. (2014). Tendencias del análisis de fitolitos en Colombia. Una revisión crítica de la sistemática y de las metodologías desde una perspectiva arqueológica. *Boletín de Antropología*, 29(48), 164-186.
- Restrepo, J. M. (2017). *Colección de referencia de fitolitos de plantas medicinales* (Tesis de pregrado). Universidad de Antioquia, Medellín.
- Rodríguez, M. F. (2008). Analizando el registro arqueológico: arqueobotánica vs. Paleobotánica. En: Archila, S., Giovannetti, M. y Lema, V. (Ed.), *Arqueobotánica y teoría arqueológica: discusiones desde suramérica*. (pp.65-97). Bogotá: Ediciones Uniandes.
- Rowlett, R. M. & Pearsall, D. M. (1993). Archaeological age determinations derived from opal phytoliths by thermoluminescence. En: Pearsall, D. M. y Piperno, D. R. (Ed), *Current research in phytolith analysis: applications in archaeology and paleoecology*. (pp. 25-29). Philadelphia, Estados Unidos: Museum Applied Science Center for Archaeology (MASCA).
- Santos, A., Andrade, E., das Graças, M., Maia, J.G. 1998. *Volatile constituents of fruits of Annona glabra L. from Brazil*. Flavor and Fragrance Journal, 13. 148-150.
- Santos, G., Monsalve, C. A. y Correa, L. V. (2015). Alteration of tropical forest vegetation from pleistocene-holocene transition and plant cultivation from the end of early holocene through middle holocene in northwest Colombia. *Quaternary international* (363), 28-42.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (Sinac) y Programa REDD-CCAD-GIZ (2014). *Protocolo de campo para la identificación de especies arbóreas: Información taxonómica y dendrológica de las especies arbóreas de Costa Rica* (3). Recuperado de: http://www.reddccadgiz.org/documentos/doc_1746616310.pdf
- Strömberg, C. (2009). Methodological concerns for analysis of phytolith assemblages: Does count size matter?. *Quaternary International*. (193), 124-140.

- Stoops, G. (2015). Análisis de contextura de la masa basal mineral y los rasgos edáficos del suelo. En: Loaiza, J. C., Stoops, G., Poch, R. M. y Casamitjana, M. (Ed), *Manual de micromorfología de suelos y técnicas complementarias*. (pp. 87-153). Medellín, Colombia: Fondo Editorial Pascual Bravo.
- Vargas, W. G. (2002). *Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales*. Editorial Universidad de Caldas.
- Vaughn, M. B. Jr. (1993). Phytolith research: a look toward the future. En: Pearsall, D. M. y Piperno, D. R. (Ed), *Current research in phytolith analysis: applications in archaeology and paleoecology*. (pp. 175-181). Philadelphia, Estados Unidos: Museum Applied Science Center for Archaeology (MASCA).
- Vieira Rabelo, S., de Sousa J., Villaça Costa E., Guedes da Silva, J., y Quintans L., J. 2016. *Annona Species (Annonaceae) Oils*. En: Preedy, V.R., *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*. Elsevier. London, U.K.
- Zucol, A. F. y Brea, M., (2005). Sistemática de fitolitos, pautas para un sistema clasificatorio. Un caso en estudios en la Formación Alvear (Pleistoceno inferior), Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana* 42(4).
- Zurro, D. (2006). Análisis de Fitolitos y su Papel en el Estudio del Consumo de Recursos Vegetales en la Prehistoria: Bases para una Propuesta Metodológica Materialista. *Trabajos de Prehistoria*, 63(2), 35-54.

CIBERGRAFÍA

Anaxagorea acuminata:

[27/09/2018]:

<http://tropical.theferns.info/viewtropical.php?id=Anaxagorea+acuminata>

Annona exsucca:

[27/09/2018]:

<http://sweetgum.nybg.org/science/world-flora/details.php?irn=13244>

<http://webserv.fq.edu.uy/tematres/index.php?tema=12164&/rollinia-exsucca-dc-ex-dunal-a-dc>

<http://eol.org/pages/1054322/overview>

Annona hayesii:

[27/09/2018]:

<http://www.mobot.org/mobot/Research/ven-guayana/annonaceae/page14.shtml>